
UC-NRLF
B 3 013 917

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

IMPRIMERIE F. RAMBOZ ET Cie, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 78.

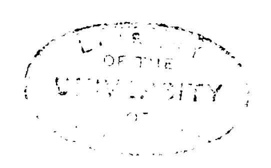
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DE GENÈVE.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

TOME VINGT-CINQUIÈME.



GENÈVE

JOEL CHERBULIEZ, LIBRAIRE, RUE DE LA CITÉ.

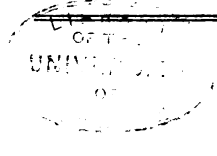
PARIS,

JOEL CHERBULIEZ,
RUE DE LA MONNAIE, 10.

ALLEMAGNE,

J. KESSMANN,
A GENÈVE, RUE DU RHÔNE, 171.

1854



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

NOTICE SUR L'OBSERVATOIRE DE BRUXELLES ET SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES QUI Y ONT ÉTÉ EXÉCUTÉS, rédigée par M. le prof. Alfred GAUTIER.

C'est à M. le professeur Quetelet qu'on doit essentiellement la création de l'observatoire de Bruxelles, et tout ce qui y a été fait depuis. Ce savant actif et dévoué, après avoir travaillé pendant quelque temps à l'observatoire de Paris, sous la direction de M. Bouvard, s'était déjà fait connaître avantageusement : soit par son enseignement public au Musée de Bruxelles, qui lui a fourni l'occasion de faire paraître de bons ouvrages élémentaires d'astronomie et de physique, soit par quelques mémoires de mathématiques. Il a entrepris, depuis 1825, conjointement avec le professeur Garnier, la publication d'un journal périodique, ayant pour titre *Correspondance mathématique et physique*, journal que M. Quetelet a continué ensuite seul jusqu'en 1835, et dont il a paru 8 volumes in-8°. On y trouve, entre autres articles d'astronomie, la description succincte et le plan de quelques-uns des observatoires d'Europe.

Au commencement de 1824, M. Quetelet adressa au gouvernement du royaume hollando-belge un rapport

détaillé sur les avantages que présenterait la fondation d'un observatoire à Bruxelles, ce genre d'établissement n'ayant jusqu'alors jamais existé en Belgique. Sa proposition à ce sujet ayant été favorablement accueillie, un arrêté royal, qui ordonnait cette fondation, parut en juin **1826**, et l'adjudication des travaux eut lieu le **10** mai **1827**; la ville et le gouvernement ayant destiné conjointement une somme de **20,000** florins de Hollande aux premiers frais de cette construction.

M. Quetelet ayant été désigné pour diriger ce nouvel observatoire, s'occupa d'abord du soin de le pourvoir des meilleurs instruments, et s'adressa, pour cet effet, aux artistes les plus distingués de France et d'Angleterre. Il fut chargé de commander à Gambey une lunette-méridienne de six pouces d'ouverture et de sept pieds et demi de distance focale, munie d'un cercle-méridien de trois pieds de diamètre; et à Troughton et Simms un équatorial ayant des cercles de trois pieds de diamètre, et un cercle-mural de six pieds anglais de diamètre, semblable à celui de l'observatoire de Greenwich [1]. Ce cercle, muni de six microscopes micrométriques, porte sur sa tranche une division sur palladium et or, et sa lunette, qui a trois pouces et demi d'ouverture, a des oculaires grossissant de **72** à **149** fois. La lunette-méridienne a coûté **21,500** francs, l'équatorial **450** guinées et le cercle-mural **700** guinées. M. Quetelet se procura les instruments météorologiques nécessaires, et des appareils de Troughton pour mesurer la déclinaison et l'inclinaison magnétiques. On

[1] Une description de cet instrument, accompagnée d'une figure, a été publiée dans le cahier de décembre 1823 de la 1re série de la *Bibl. Univ.* J'ai donné aussi, en 1829, quelques détails sur la fondation de l'observatoire de Bruxelles, au commencement du tome 40 de ce même recueil.

commanda aussi deux pendules astronomiques, l'une à Knebel, à Amsterdam, l'autre à Kessels, à Altona.

Le bâtiment de l'observatoire était déjà couvert et sa construction fort avancée, en 1830, lorsque la Belgique devint le théâtre de la révolution qui l'a séparée de la Hollande. Dans la journée du 7 septembre de cette année-là, un parti de volontaires liégeois s'étant jeté dans l'enceinte de l'observatoire, tirailla par les fenêtres, et il fut commis assez de dégâts dans le bâtiment. Ce ne fut que quelques années plus tard qu'on put réparer ces dégâts, et terminer suffisamment l'observatoire pour y installer les trois grands instruments commandés. M. Gambey se rendit, pour cet effet, à Bruxelles en juillet 1835, et vers la fin du même mois on put commencer les observations à la lunette-méridienne et au cercle-mural. L'équatorial fut placé en juin 1836, dans la tourelle qui lui était destinée.

M. Quetelet n'a pas publié encore de description détaillée de l'observatoire de Bruxelles, mais ayant depuis longtemps l'avantage d'entretenir avec lui des rapports d'amitié et de correspondance, il a bien voulu me transmettre les renseignements suivants sur la position et sur le plan de cet établissement.

L'observatoire est situé dans la partie haute de la ville, faubourg de Scharbeck, au point de croisement de deux beaux boulevards, celui de l'observatoire et celui du jardin botanique. L'édifice se compose de deux corps de bâtiments ou pavillons, quadrangulaires et symétriques, situés l'un à l'est, l'autre à l'ouest, et réunis par un corps central, plus long, moins haut et moins large, où sont placés les deux instruments établis dans le plan du méridien. Le corps de bâtiment dirigé à l'ouest fait face au jardin botanique, il sert à l'habitation du directeur et de ses adjoints; c'est

dans sa partie supérieure que se trouve placé le grand équatorial de Troughton, sous un dôme à toit tournant. Le corps de bâtiment situé à l'orient comprend plusieurs grandes salles pour les instruments magnétiques, pour la météorologie, la bibliothèque, le dépôt des instruments, etc.; il est surmonté aussi par un toit tournant, sous lequel se trouve un cercle-répétiteur. La partie centrale se compose de la grande salle des instruments méridiens, et de deux cabinets de travail, attenant aux bâtiments latéraux. On passe de plein pied de la salle centrale sur une terrasse située au sud, où l'on peut établir des lunettes mobiles pour des observations occasionnelles. Le principal instrument de ce genre que possède l'observatoire, est une lunette achromatique de Cauchoix, de huit pouces français d'ouverture et de treize pieds de distance focale, qui a été acquise en 1844, et qui est montée sur un pied de grande dimension, construit par Sacré, artiste de Bruxelles.

Le jardin qui entoure l'observatoire a un peu plus d'un demi-hectare de surface, et s'étend surtout du nord au sud; il est terminé par une grille en fer du côté du boulevard, et par un mur et un fossé de ronde du côté du faubourg. Vers l'extrémité sud de ce jardin se trouve un cabinet magnétique, destiné aux mesures absolues. Les plans que décrivent la lunette-méridienne et le cercle-mural sont, vers le sud, à peu près parallèles au boulevard de l'observatoire. Vers le nord, se trouve la *rue du méridien*, la plus belle du faubourg, qui a été construite exprès pour laisser à l'observatoire la direction du méridien tout à fait libre; on perd à peine un à deux degrés vers le nord et vers le sud. La hauteur du sol du rez de chaussée de l'observatoire au-dessus du niveau de la mer est d'environ 58 mètres.

Les observations faites avec le cercle-mural en 1835 et 1836, en vue de la détermination de la latitude de l'observatoire, et pour lesquelles M. Quetelet a employé principalement l'étoile polaire, observée soit par vision directe, soit par réflexion sur un horizon artificiel de mercure, ont donné pour la valeur de la latitude 50° 50′ 10″,7. Les observations de la Lune et des étoiles voisines de son parallèle, faites vers la même époque avec la lunette-méridienne, et comparées à d'autres faites ailleurs, ont donné pour la longitude de l'observatoire en temps $17^m 28^s$ à l'est de Greenwich, soit $8^m 6^s \, ^1/_2$ à l'est de Paris.

M. Quetelet avait aussi entrepris, en 1837 et 1838, un travail ayant pour objet de fixer, au moyen des instruments méridiens, pour un grand nombre d'étoiles doubles et multiples, la position absolue de l'étoile principale de chaque groupe. Les autres travaux de l'observatoire l'avaient obligé plus tard à interrompre cette détermination; il l'a reprise depuis 1848, et en comparant les nouvelles positions avec les précédentes, il pourra en déduire les mouvements propres de ces étoiles. M. Quetelet n'a eu, pendant assez longtemps, qu'un seul astronome-adjoint, M. Mailly, qui est encore, à ce que je crois, attaché à son observatoire en cette qualité; et ce n'est que peu à peu qu'il en a eu un plus grand nombre. MM. Houzeau et Liagre, qui lui ont rendu de très-bons services sous ce rapport pendant quelques années, ont quitté maintenant ce poste, et ils y ont été successivement remplacés par MM. Bouvy, Grégoire, Beaufort et Beaulieu. Plusieurs de ces astronomes-adjoints se sont fait connaître avantageusement par des travaux spéciaux. M. Liagre a calculé dernièrement l'erreur probable des trois premières années d'observations faites à la lunette-méridienne. En comparant les observa-

tions de Bruxelles avec celles de M. Struve, il a trouvé que pour les étoiles ayant une petite déclinaison ce dernier observateur a un léger avantage, et que le contraire a lieu pour des déclinaisons un peu grandes. Ailleurs les erreurs probables sont à peu près les mêmes, et les résultats des trois années, prises séparément, se confirment mutuellement.

En général, M. Quetelet a continué, autant qu'il l'a pu, à faire, ou à faire faire des observations astronomiques, tant régulières qu'occasionnelles, dans son observatoire; et un grand nombre de phénomènes de ce genre et d'astres divers y ont été suivis avec beaucoup de soins. Mais, cependant, soit par goût, soit par circonstances, il s'est encore plus attaché aux observations magnétiques et météorologiques; ce sont surtout les travaux de ce genre qui constituent jusqu'à présent la spécialité particulière de l'observatoire de Bruxelles, et qui lui ont mérité un rang très-honorable dans la science.

Les observations météorologiques régulières y ont été commencées en 1833, et elles ont été faites jusqu'en 1840 quatre fois par jour, savoir à neuf heures du matin et du soir, à midi et à quatre heures du soir. Pendant les sept années suivantes, ces observations ont eu lieu, en outre, aux heures paires de jour et de nuit. Depuis 1848, on n'a plus observé que quatre fois par jour, comme dans les premières années: mais trois grands instruments, mus par des mouvements d'horlogerie, enregistrent eux-mêmes d'une manière continue les variations du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, ainsi que celles de la force et de l'intensité du vent.

Outre les thermomètres qui donnent la température de l'air libre, on en a placé en terre, en 1834, sept de

différentes longueurs, et on a observé ainsi trois fois par jour les températures de la terre, depuis sa surface jusqu'à 24 pieds de profondeur, pendant toute l'année.

M. Quetelet a répondu à l'appel adressé à tous les observateurs par sir John Herschel, en 1834, pour l'institution générale d'observations météorologiques simultanées faites à chaque heure, pendant 24 ou 36 heures de suite, aux époques des solstices et des équinoxes, et M. Quetelet a continué et étendu cette entreprise jusqu'à la fin de 1843, après avoir réussi par ses invitations à augmenter beaucoup le nombre des stations où ces observations se faisaient.

On sait quel intérêt il a mis à l'observation des météores lumineux dits *étoiles filantes*, et c'est lui qui a constaté, je crois, le premier, leur retour périodique en beaucoup plus grand nombre qu'à l'ordinaire et avec assez de régularité, vers l'époque du 10 août de chaque année. C'est depuis l'année 1838 que ces météores ont été régulièrement observés à Bruxelles; dès lors M. Coulvier-Gravier à Paris, M. Dupré à Gand, M. Colla à Parme, M. Herrick à New-Haven, aux Etats-Unis d'Amérique, etc., et plus récemment M. Wolf à Berne, ont fait beaucoup d'observations du même genre, qu'ils poursuivent encore. L'apparition de ces étoiles filantes du 8 au 12 août 1853 a été assez remarquable. Les nombres obtenus à Bruxelles par divers observateurs, reviennent en moyenne pour tout le ciel visible, selon l'évaluation de M. Quetelet à:

26	étoiles filantes	par heure le	8	août
51	»	»	9	»
82,5	»	»	10	»
36,6	»	»	11	»
30	»	»	12	»

Leur direction générale était, comme précédemment, du nord-est au sud-ouest; et la plupart avaient leur centre d'émanation dans le voisinage de Cassiopée. Le 9 août, il y a eu 15 de ces météores observés à Bruxelles dont l'éclat était égal ou supérieur à celui d'étoiles de première grandeur, et le 10 août il y en a eu 52 de la même classe pour l'éclat. Un tiers environ des étoiles filantes observées ont laissé des traînées lumineuses, dont une, qui a persisté pendant quelques secondes, avait une nuance vert bleu. M. Coulvier-Gravier a émis l'opinion que ces apparitions tendent à s'affaiblir d'année en année (voyez *Compte rendu* du 16 août 1853, p. 289). M. Quetelet, en comparant les nombres moyens de ces météores observés du 8 au 10 août en diverses localités de 1837 à 1853, ne trouve pas cette assertion confirmée. Si ces apparitions paraissent avoir diminué d'intensité de 1843 à 1848, elles semblent en reprendre, au contraire, depuis deux ou trois ans; mais il regarde ces résultats comme étant encore trop peu certains pour qu'on puisse en tirer des conclusions positives.

M. Quetelet a institué dans le jardin de son observatoire, depuis 1837, et a provoqué ailleurs, sous les auspices de l'Académie de Bruxelles, des observations sur l'époque de l'apparition des feuilles, des fleurs et des fruits sur un grand nombre de plantes, afin d'étudier les diverses influences de l'air sur les phénomènes périodiques de la végétation.

Les observations de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille aimantée faites à Bruxelles par M. Quetelet, remontent à l'année 1828; il y a joint des observations comparatives sur l'intensité magnétique, qu'il avait recueillies, et faites lui-même en grande partie, en France, en Alle-

magne, en Suisse et en Italie, avec un petit appareil portatif construit par l'artiste Sacré, pendant deux voyages exécutés par lui en 1829 et 1830.

Un grand magnétomètre unifilaire de Gauss a été établi dans l'observatoire en 1840, et la déclinaison magnétique, ainsi que les variations horaires de cet élément, ont été déterminées dès lors avec cet instrument. L'observatoire de Bruxelles a, depuis cette époque, activement coopéré, par les observations magnétiques et météorologiques qui y ont été faites de deux en deux heures, au système d'observations de ce genre institué par la Société royale de Londres en diverses parties du monde, système qui a donné lieu à l'établissement, en 1839 et 1840, d'observatoires magnétiques et météorologiques à Toronto, à Sainte-Hélène, au cap de Bonne-Espérance et à Hobarton.

M. Quetelet a commencé, en 1834, et a continué dès lors la publication, dans le format in-18, d'un *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles*, un peu analogue à l'annuaire français du Bureau des longitudes. On y trouve, outre des renseignements astronomiques spéciaux très-soignés, et des tables de monnaies, poids et mesures, etc., des rapports sur l'observatoire et sur les résultats des observations qui y sont faites, des documents statistiques étendus relatifs à la Belgique et diverses notices intéressantes.

Je vais extraire du vingtième volume de cet Annuaire, de celui pour l'année 1853, un court résumé des résultats des observations de déclinaison et d'inclinaison magnétiques faites à l'observatoire de Bruxelles.

La déclinaison de l'aiguille aimantée horizontale, ou la déviation occidentale de sa pointe nord relativement à la direction du méridien astronomique, était à Bruxelles, en

1827, de	22°28′,8;
elle n'était plus le 30 mars 1852 que de. . .	20 18 ,2;
Ce qui fait une diminution en 25 ans de . . .	2°10′,6.

Cette diminution de la déclinaison magnétique a été lente d'abord et elle s'est accélérée ensuite ; sa valeur moyenne a été de 5′,2 par année.

L'inclinaison magnétique, ou l'angle de dépression au-dessous de l'horizon de la pointe nord d'une aiguille aimantée librement suspendue, était à Bruxelles, en 1827,

de	68°56′,5;
le 29 mars 1852, cette inclinaison n'était plus que de.	67 48 ,6.
La diminution a donc été en 25 ans de. . . .	1° 7′,9;

ce qui correspond à 2′,7 par année. Elle a été plus lente, mais plus régulière, que celle de la déclinaison.

Quant aux recherches scientifiques plus développées, résultant des travaux exécutés par M. Quetelet et par ses adjoints à l'observatoire de Bruxelles, elles se trouvent consignées dans deux recueils in-4° : savoir les Mémoires de l'Académie royale de Belgique établie à Bruxelles, dont M. Quetelet est secrétaire depuis 1835, et les *Annales de l'observatoire de Bruxelles*, dont la publication a commencé en 1837.

Il me serait impossible de passer ici successivement en revue les nombreux mémoires insérés par M. Quetelet dans le recueil de ceux de l'Académie royale de Belgique, recueil qui se compose déjà de vingt-huit volumes in-4° pour la seule partie concernant les mémoires des membres résidents de cette Académie. J'ai eu précédemment l'occasion de donner dans la *Bibl. Univ.* de courtes analyses de quelques-uns de ceux de M. Quetelet, et je citerai,

en particulier, celles relatives à ses observations d'intensité magnétique, insérées dans les volumes 43, 47 et 54 de la 1re série de la *Bibl. Univ.;* ainsi que celle du mémoire *sur l'état du magnétisme terrestre à Bruxelles,* publiée en mai 1840, dans le tome 27 de la 2me série de ce même recueil. On pourra trouver aussi des extraits des mémoires de M. Quetelet et de toutes ses communications verbales faites à l'Académie de Bruxelles, dans les *Bulletins* des séances de la classe des sciences de cette Académie, qui sont publiés depuis longtemps par elle dans le format in 8°.

Les *Annales de l'observatoire de Bruxelles* sont imprimées aux frais de l'Etat, et il en a déjà paru neuf volumes in-4°. Le premier comprend les observations faites au cercle-mural pour la détermination de la latitude de l'observatoire, dont j'ai fait connaître plus haut le résultat. On y trouve aussi les tableaux détaillés des observations météorologiques et magnétiques faites de 1834 à 1837. Les deux volumes suivants renferment seulement la suite de ces observations faites de 1837 à 1842. Le tome 4, publié en 1845, comprend, outre les observations de ce genre faites en 1843, la première partie d'un ouvrage relatif au *Climat de la Belgique,* dans lequel M. Quetelet s'est proposé de présenter successivement l'ensemble des résultats des observations météorologiques faites, soit à Bruxelles, soit en d'autres stations de ce même pays. La première partie de cet ouvrage est relative *au rayonnement solaire et aux températures de l'air et du sol.* Le tome 5 des *Annales de l'observatoire,* publié en 1846, comprend la fin de cette première partie, qui se rapporte aux *phénomènes périodiques des plantes.* La seconde partie, publiée en 1848 dans le tome 6 des *Annales,* a pour objet *la direction, l'intensité, la durée et les caractères distinctifs des vents.* La

troisième partie, qui a paru en 1849 dans le tome 7, traite *de l'électricité de l'air*. La quatrième est relative à *la pression atmosphérique*; elle a été publiée en 1851 dans le huitième volume des *Annales*, volume dont la seconde partie comprend les observations faites avec la lunette-méridienne de l'observatoire de 1835 à 1839. Enfin la cinquième partie, qui a paru en 1852, dans le tome 9 des *Annales*, avec les observations météorologiques et magnétiques de 1849 et de 1850, a pour objet *les pluies, les grêles et les neiges*.

Quoique chacun de ces mémoires spéciaux soit assez étendu, et qu'il ne soit guère possible, par conséquent, d'en rendre compte ici en détail, il m'a paru, cependant, que leur ensemble constituait un travail trop important, pour que je ne dusse pas essayer au moins d'en présenter une courte analyse et d'en faire connaître les principaux résultats. Je suivrai dans cette revue rapide l'ordre de publication des diverses parties de l'ouvrage sur le *Climat de la Belgique*, et j'y ajouterai, occasionnellement, quelques détails sur les recherches du même genre publiées par M. Quetelet postérieurement.

Rayonnement solaire et températures.

Pour reconnaître l'effet du rayonnement solaire, M. Quetelet s'est servi de l'*actinomètre* de sir John Herschel et du *périhéliomètre* de M. Pouillet. Il a trouvé, comme M. Forbes, qu'environ le tiers de la chaleur solaire se trouve absorbé par la transmission verticale des rayons à travers l'atmosphère. Ses résultats s'accordent aussi avec ceux de M. Forbes pour faire voir que, vers l'horizon, l'absorption n'est pas aussi rapide que l'indique la formule de Bouguer.

M. Quetelet a été récemment aidé, dans la continuation de ses recherches de ce genre, par son fils, lieutenant du génie, qui en a discuté les résultats sous un nouveau point de vue. Il compte présenter à l'Académie de Belgique un mémoire spécial, qui résumera l'ensemble de ses recherches, sur un sujet dont quelques parties ont été peu explorées jusqu'à présent, puisqu'il n'existe pas encore, suivant lui, de série complète d'observations faites en vue de déterminer les variations diurnes et annuelles de l'actinomètre.

Quant aux observations sur la température de la terre, il résulte de celles faites au nord du bâtiment de l'observatoire, pendant les neuf années 1834 à 1842, après y avoir effectué la correction provenant de l'inégalité de chaleur dans l'étendue de la colonne thermométrique, que les températures moyennes ont été de :

9°,33	centigrades	à la surface de la terre,			
8,82	»	à 0,^{pi}58	soit	0^{m},19	au-dessous du sol.
9,69	»	1,38	»	0,45	»
10,57	»	3,08	»	1,0	»
11,82	»	12,0	»	3,9	»
11,77	»	24,0	»	7,8	»

C'est donc à environ un demi-pied de profondeur que la moyenne annuelle des températures, à 9 heures du matin, a présenté un *minimum*. Cette diminution de température dans le voisinage du sol est, cependant, un peu moindre quand on tient compte de la variation diurne, et M. Quetelet évalue à 9°,2 la température moyenne à demi-pied de profondeur.

Les variations de la température pendant le cours de

l'année ont été trouvées, d'après ces mêmes observations :

de 16°,61	à la surface du sol,		
13,3	à	0m,19	au-dessous du sol.
12,44	»	0,45	»
10,59	»	1,0	»
4,48	»	3,9	»
1,42	»	7,8	»

M. Quetelet regarde comme prouvé, par l'expérience aussi bien que par la théorie, que la chaleur, à mesure qu'elle pénètre dans l'intérieur de la terre, se transmet dans la direction de la verticale du lieu suivant un mouvement uniforme, et il en évalue la vitesse de transmission à six jours par pied, d'après ses observations aussi bien que par celles faites à Zurich, Paris, Leith, Edimbourg et Upsal.

A la profondeur de 24 pieds, c'est de novembre à janvier que le thermomètre est le plus élevé, de mai à juillet qu'il est le plus bas. M. Quetelet, d'après ses observations, estime qu'à cette profondeur le *minimum* a lieu le 16 juin et le *maximum* le 16 décembre : tandis que, pour le thermomètre placé à 12 pieds de profondeur, c'est en avril qu'a lieu le *minimum* et en octobre le *maximum*. Il évalue la profondeur où la variation annuelle de température ne serait plus que d'un centième de degré à 76, 6 pieds français. M. Quetelet a fait aussi des observations avec des thermomètres placés au midi et sous l'action solaire, soit au-dessus soit au-dessous du sol. La vitesse de transmission de la chaleur au-dessous du sol est alors de 8 jours pour un pied ; les époques critiques pour les températures moyennes et extrêmes sont sensiblement plus hâtives, les *maxima* et *minima* sont plus prononcés.

Il existe à l'observatoire même un puits d'environ 60 pieds de profondeur, dont les eaux ne varient guère que de un dixième de degré dans le cours de l'année. Leur température moyenne dépasse un peu 11° cent. et est plus élevée de 6 à 7 dixièmes de degré que la température moyenne de l'air. Quelques observations faites dans les mines de charbon des environs de Mons, par M. Houzeau, donnent de 33 à 35 mètres pour la profondeur correspondant à une élévation du thermomètre de 1° cent.

M. Quetelet a recherché jusqu'à quel point le terrain se gelait pendant les froids un peu longs et rigoureux. Dans l'hiver de 1837 à 1838 la gelée pénétra en terre à Bruxelles jusqu'à la profondeur d'environ 7 dixièmes de mètre : mais, en général, les fortes gelées ne descendent guère plus bas qu'un demi-mètre, et elles ne pénètrent dans l'intérieur de la terre quelorsq u'elles durent au moins huit jours.

Quant aux observations de la température de l'air à Bruxelles, je rapporterai ici les résultats des 18 années 1833 à 1850, tels que M. Quetelet les a publiés dans ses derniers *Annuaires*; toutes les valeurs sont en degrés centigrades et sont corrigées des erreurs relatives aux degrés de l'échelle.

La température moyenne annuelle, déduite des *maxima* et *minima* diurnes de ces 18 années, est de 10°,2. C'est en 1845 que la moyenne a été la plus basse. . . 8°,8
et en 1846 la plus haute. . . . . 11 ,0

Différence. . . 2°,2.

La moyenne des températures *maxima* de chaque jour a donné 13°,9 et celle des *minima* 6°,4; en sorte que la variation diurne, ou le changement moyen qu'éprouve la température en 24 heures, est de 7°,5.

Dans la période de 1842 à 1847, où l'on a observé de 2 en 2 heures, la température moyenne d'après les heures paires a été de 9°,7; celle déduite des *maxima* et *minima* a été de 9°,8 ou trop forte d'un dixième de degré seulement. La température moyenne de la journée tombe un peu avant 9 h. du matin et 8 h. du soir. Le *maximum* de température a lieu en moyenne vers 2 h. après midi et le *minimum* vers 4 h. du matin, mais ces deux termes critiques varient suivant les saisons. Le *maximum* a lieu à 1 h. et demie en janvier et à 3 h. en été; le *minimum* vers 6 h. du matin en hiver et vers 3 h. en été.

Les températures les plus basses ont lieu en janvier (la moyenne de ce mois est de + 1°,6); elles suivent d'un mois l'époque où la variation diurne atteint son *minimum* mensuel, qui est de 4°,5. Les températures les plus élevées ont lieu en juillet (où la moyenne est de 18°); elles suivent aussi d'un mois l'époque où la variation diurne atteint son *maximum* mensuel 10°,4. Cette variation paraît être proportionnelle à la longueur des jours, et les températures extrêmes suivent les solstices à environ un mois de distance. La différence de 16°,4 entre le mois le plus chaud et le plus froid peut servir à caractériser le climat de Bruxelles comme très-variable. La variation moyenne mensuelle de température est de 19°,4; elle est à peu près la même dans les diverses saisons, tandis que la variation mensuelle absolue est plus grande en hiver qu'en été.

Pendant les 18 années, la température de l'air ne s'est pas élevée au-dessus de 34°,2; cette limite a été atteinte le 1er août 1846. Le point le plus bas où le thermomètre soit descendu dans le même intervalle est —18°,8 dans la nuit du 15 au 16 janvier 1838. La distance de ces deux points extrêmes est de 53°. Le *maximum* annuel moyen a

été de 30°,3 et le *minimum* de — 8°,5 ; ce qui donne une amplitude thermométrique moyenne de 38°,8.

Les gelées à Bruxelles n'ont pas eu lieu avant le 19 octobre ; le 17 ou le 18 avril semble leur servir de limite.

Je dirai encore ici quelques mots d'un mémoire de M. Quetelet *sur les variations périodiques et non périodiques de la température*, qu'il a présenté à l'Académie royale de Belgique le 4 juin 1853, et qui résulte des 20 années d'observations faites à Bruxelles de 1833 à 1852.

L'auteur y a étudié d'abord la question de l'amplitude des variations accidentelles de la température, en cherchant, d'après l'ensemble de ses observations, la valeur moyenne de la température de chaque jour de l'année, déduite des *maxima* et *minima* diurnes, et en voyant quels sont les écarts pour chaque jour dans les valeurs partielles, de part et d'autre de cette valeur moyenne, dans les diverses saisons de l'année. Il a constaté ainsi que les variations non périodiques elles-mêmes sont assez régulières dans leur marche. C'est en janvier qu'elles agissent dans les limites les plus larges, en septembre et en octobre dans les plus étroites. Ainsi, par exemple, la différence de température entre le jour le plus chaud et le plus froid dans le même mois, pendant les 20 années, est de 28° en janvier et de 14°,6 en septembre. L'erreur probable de la température d'un jour est aussi en janvier à peu près double de ce qu'elle est en été et au commencement de l'automne surtout. Le colonel Sabine est arrivé à peu près aux mêmes résultats pour Toronto, d'après 12 années d'observations, dans son mémoire sur le même sujet présenté à la Société royale de Londres en janvier 1853.

L'application du calcul des probabilités aux observations de Bruxelles, fait voir à M. Quetelet que les variations des

températures diurnes autour de la moyenne ont lieu, en général, sous l'influence de causes accidentelles égales et agissant indifféremment dans l'un et l'autre sens. Cependant des causes spéciales se joignent aux causes accidentelles, et elles ont pour effet, en hiver, de rapprocher la limite supérieure des variations, et de reculer, au contraire, la limite inférieure ; tandis que le contraire a lieu en été, du moins en ce qui concerne l'abaissement de la température. Ces effets semblent tenir à la longueur des jours et des nuits ; et quant aux causes qui produisent les grands abaissements de température en hiver, M. Quetelet signale surtout, à Bruxelles, les vents d'est, la sérénité du ciel et la tranquillité de l'air. Lorsque la température dépasse la moyenne dans l'un ou l'autre sens, elle a, toutes choses égales d'ailleurs, plus de chance de s'y maintenir en hiver qu'en été, le thermomètre montant et descendant un peu plus rapidement dans cette dernière saison.

M. Quetelet a réussi à bien représenter la loi des températures de l'air à Bruxelles, soit par la formule empirique :

$$10^\circ{,}23 - 8^\circ{,}07 \sin.\,(x + 70^\circ 15'),$$

x étant le nombre de degrés à partir du 1er janvier, compté à raison de 30 degrés par mois ; soit par cette autre formule, qu'on peut appeler physique :

$$10^\circ{,}1 + 0^\circ{,}353 \times \text{déclinaison du soleil en degrés};$$

l'emploi de cette dernière est plus facile dans la pratique.

D'après les résultats auxquels M. Dove est parvenu, par des calculs fondés sur l'ensemble des observations faites en Europe et en Amérique qu'il a eues à sa disposition, la température moyenne annuelle à Bruxelles correspond à une latitude un peu au-dessous de 45°, avec des hivers

moins froids et des étés moins chauds. Celle de Toronto, dans le haut Canada, à la latitude de 43°40′, est bien plus basse, car elle n'est que de 6°,8 cent.; la température moyenne de janvier y est de — 4°,06 et celle de juillet de + 19°,12.

M. Quetelet s'occupe ensuite des anomalies périodiques de la température, en examinant la courbe des températures moyennes, et cherchant à constater s'il existe des époques périodiques de chaud et de froid dans le cours de l'année. Il en trouve peu qui soient assez marquées, pour qu'on soit sûr que des observations ultérieures ne viendront pas détruire les conjectures qu'on pourrait faire à cet égard. Il appelle, cependant, l'attention des météorologistes sur les périodes suivantes, que paraissent indiquer les observations de Bruxelles, en commençant par celles qui semblent avoir le plus de probabilité en leur faveur :

1° La période tempérée qui s'étend du 22 janvier au commencement de mars, et qui présente, en général, le caractère d'un printemps précoce.

2° La période de froid du 7 au 11 janvier, comprenant le jour le plus froid de l'année.

3° La période de froid du 9 au 22 avril, comprenant les derniers jours de gelée.

4° La période de chaleur du 4 au 8 juillet, comprenant le jour le plus chaud de l'année, et placée entre deux abaissements remarquables de température.

5° Les périodes de froid du 20 au 29 octobre et du 10 au 19 novembre, qui commencent et achèvent la chute des feuilles.

6° La période de froid du 14 au 23 mai, qui se fait particulièrement sentir dans le nord de l'Europe.

Phénomènes périodiques des plantes.

M. Quetelet a examiné et discuté dans le chapitre 5 de la première partie de son ouvrage *sur le climat de la Belgique*, les observations sur les époques des diverses phases de la végétation d'un grand nombre de plantes, et spécialement de leur *feuillaison*, *floraison* et *défeuillaison*, qui ont été faites, soit dans le jardin de l'observatoire de Bruxelles, pendant six années, soit dans diverses autres localités, et entre autres, plus anciennement, par Senebier, aux environs de Genève [1]. Cette discussion est intéressante sous plusieurs rapports, mais je ne puis évidemment entrer ici dans les détails qu'elle comporte, et je me bornerai à énoncer quelques-uns des résultats auxquels elle a conduit M. Quetelet.

Un nombre considérable de causes agissent pour faire varier les phénomènes périodiques de la végétation. De toutes ces causes, la plus active dans nos climats est la température. On peut estimer que les progrès de la végétation sont proportionnels à la somme des températures, ou plutôt à celles de leurs carrés, les températures étant comptées au-dessus du degré de congélation, à partir de l'instant du *réveil* des plantes, après le sommeil hivernal. Les froids de l'hiver, s'ils n'altèrent pas la constitution de la plante, et surtout si la terre a été couverte de neige, ne causent pas de retards bien sensibles dans le développement ultérieur des plantes. Il faut, cependant, avoir égard aux effets qu'ils ont pu produire, et surtout à l'état où se

[1] Les résultats des observations de ce genre faites par Senebier, ont été réunis par lui dans son *Manuel de météorologie pratique*, dont la dernière édition a paru à Genève en 1810.

trouvait la plante quand a commencé son sommeil hivernal, état qui correspond à une certaine somme de températures acquises. Chaque espèce de plante ne demande pas non plus la même somme de chaleur pour sortir de son sommeil hivernal, et les températures qui contribuent efficacement au développement de la plante sont variables. Quand il s'agit de la maturité des moissons, et en général des plantes qui croissent sous l'influence du soleil, c'est le thermomètre exposé à l'action directe de cet astre qu'il faut consulter, et non le thermomètre placé à l'ombre, comme on le fait communément. Les températures de la nuit ne sont pas comparables à celles du jour quant à l'effet produit sur la végétation, il faut nécessairement avoir aussi égard à la quantité de lumière que reçoivent les plantes. Une latitude plus septentrionale d'un degré produit à peu près le même retard qu'une hauteur au-dessus du niveau de la mer plus grande de cent mètres, c'est-à-dire, un retard qui, dans nos climats, s'élève à environ quatre jours. Ce résultat ne peut être, cependant, considéré que comme une espèce de moyenne entre des quantités qui varient pendant tout le cours de l'année. Les différences de latitude et de hauteur n'ont guère d'action, que parce qu'elles causent des différences de température, qui tendent quelquefois à se compenser mutuellement.

Ainsi, par exemple, M. Quetelet remarque, dans un article sur le *Calendrier de Flore* à Bruxelles inséré dans son *Annuaire* pour 1847, que Lausanne et Genève sont à peu près à 4° $^1/_2$ plus au sud que Bruxelles, et que la floraison doit y être avancée sous ce rapport de 18 jours : mais que la hauteur de ces villes surpassant celle de Bruxelles de près de 400 mètres, il en résulte que la floraison y marche en réalité à peu près de pair.

Les variations de température, toutes choses égales d'ailleurs, sont favorables à la végétation ; il en est de même des plateaux élevés, où le rayonnement peut se faire d'une manière plus active.

Parmi les très-nombreux tableaux qui accompagnent ce mémoire, il y en a un assez curieux, où M. Quetelet rapporte les variations annuelles de la température en un grand nombre de stations en Europe et dans la Russie asiatique, estimées par la différence qui s'y trouve entre les températures moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud de l'année. Cette différence n'est que de 9 à 11 degrés centigrades à Unst, à Plymouth, à Lisbonne et à Gibraltar ; elle est de 12 à 15 degrés en Ecosse, en Angleterre, en Norwége, en Sicile et à Nice ; de 16 à 19 degrés à Constantinople, Rome, Gênes, Marseille, Avignon, Toulouse, Paris, Amsterdam, Hambourg, Bruxelles et Genève ; de 19 à 21 $^1/_2$ degrés dans le centre de l'Allemagne et de la Suisse, à Padoue, Florence, Lucques et Montpellier; et de 22 à 23 $^1/_2$ degrés à Stockholm, Venise, Vienne, Milan et Turin. Enfin elle est de 24 à 28 degrés à Varsovie, Dorpat, Odessa, Bologne, Bucharest, Pétersbourg et Moscou; et de 30 à 41 degrés à Enontekies, Archangel, Kasan, Bogoslowsk et Barnaoul.

La Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique continue à recevoir fréquemment, soit de divers observateurs de ce pays-là, soit de ceux de l'étranger, des communications relatives aux phénomènes périodiques de météorologie, de botanique et de zoologie, dont il est fait mention dans ses *Bulletins*. Je vais extraire de ce recueil quelques détails qui y ont été donnés par M. Quetelet, sur les particularités que l'hiver de 1852 à 1853 et le printemps suivant ont présenté à Bruxelles, comme

à Genève, sous le rapport de la température et de la végétation.

La température moyenne des trois mois de novembre et décembre 1852 et de janvier 1853, a été à Bruxelles de 8°,1 cent.: tandis que la moyenne normale n'est que de 4°,2 (elle n'a été que de 1°,1 dans l'hiver de 1846 à 1847). Le *maximum* de température dans cet intervalle a été de 19°,2 et le *minimum* seulement de—0°,9. Il n'y a eu, pendant ces trois mois, que trois jours de gelée et deux jours de neige, mais il y a eu en revanche soixante et un jours de pluie. Aussi, dès le 18 janvier, un grand poirier était en fleurs dans le jardin de l'observatoire, quelques pêchers fleurissaient à Liége, on recueillait des épis d'avoine en plein air, divers rosiers fleurissaient et poussaient des feuilles et des boutons, etc.

Le froid est revenu en février et mars; le thermomètre est descendu jusqu'à — 8°,6 le 19 février et à — 6°,7 le 19 mars. La température moyenne de février a été seulement de 0°,7 et celle de mars de 2°,7: tandis que les moyennes de vingt années d'observations donnent respectivement pour ces mêmes mois 3°,72 et 5°,46. Il en est résulté un retard notable dans la végétation. Il a suffi, il est vrai, de quelques jours de température normale pour qu'elle reprît son cours habituel, mais les lilas n'ont fleuri à Bruxelles que le 19 mai; le retard était alors de vingt jours, et au commencement de juin il était d'une quinzaine de jours.

Les mois de février et de mars 1845 avaient présenté des circonstances analogues, avec un froid plus vif encore, puisque le thermomètre était descendu à Bruxelles à —16°,1 en février, et à—14° en mars. Aussi, quoique la température eût repris son cours ordinaire depuis le 23

mars, le retard pour la floraison avait été de près de vingt jours.

« Sous ce rapport, ajoute M. Quetelet, le calendrier de la floraison est un instrument si sensible, que pour les travaux des jardins et de l'agriculture il peut préciser, à un ou deux jours près, l'état d'avancement ou de retard de la végétation. Il donne la mesure des *effets combinés produits antérieurement* par tous les agents météorologiques, tandis que le thermomètre, par exemple, n'accuse que l'*état actuel* de la température. »

MM. Morren et Edmond de Selys-Longchamps, naturalistes belges, ont fait aussi des observations du même genre sur les plantes et les animaux. Ce dernier a présenté à l'Académie de Belgique un *Calendrier de Faune*, dans lequel il s'est particulièrement occupé de l'époque des migrations des oiseaux dans ce pays-là. Ce travail est un peu analogue à celui relatif aux oiseaux dans notre pays, que M. le prof. Louis-Albert Necker a publié en 1823, dans le tome second des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.*

(*La fin au prochain numéro.*)

Du café au point de vue chimico-physiologique, par le Dr J. Lehmann. (*Annal. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXVII, 205 et 275).

Depuis que le café a acquis une si grande importance comme boisson alimentaire, les savants ont souvent dirigé leur attention sur l'action qu'il exerce; tantôt ils se sont contentés de simples hypothèses, tantôt ils ont cherché à confirmer leur opinion par des analyses.

Il y a peu d'années que M. Payen cherchait à prouver que la valeur alimentaire de la décoction de café était due à l'azote qu'elle renferme, partant de l'idée, probablement, que la quantité d'azote contenue dans une substance en représente le pouvoir nutritif. Mais, depuis lors, on a reconnu que cette détermination de l'azote n'était concluante que lorsque la substance azotée était de nature protéinée, et que, à l'égard du café, la substance protéinée, la légumine, ne se retrouve qu'en très-faible proportion dans la décoction, tandis que la majeure partie de l'azote est due à la caféine, de sorte qu'on est forcé d'abandonner cette opinion et d'avoir recours à une autre explication.

Pour se rendre compte de l'action du café dans l'organisme, M. Bœcker porta son attention sur l'urine sécrétée après la consommation du café, et trouva que la proportion d'urée était considérablement augmentée. M. Lehmann, au contraire, qui voulait se rendre compte de la réaction que produit la caféine dans l'organisme, arriva à un résultat tout opposé, savoir que la sécrétion d'urée était beaucoup plus faible.

Ces résultats si contradictoires ne pouvaient être dus qu'à un défaut d'exactitude et de persévérance, ou à certaines difficultés et à des circonstances particulières qui n'avaient pas été préalablement écartées. Il importait dès lors d'arriver à des faits établis de la manière la plus positive et la plus rigoureuse, pour faire ressortir la vérité.

Considérant l'influence notable qu'exerce le café sur une existence plus heureuse de plusieurs millions d'hommes, et, en particulier, la consommation instinctive de cet aliment par la classe pauvre, qui ne peut pas faire usage d'une quantité d'aliments plastiques suffisante, eu égard à la dépense de force et au libre développement du corps, M. Lehmann a été conduit à croire que le café, en ralentissant l'échange des éléments dans l'organisme, rendait probablement suffisante pour le corps une nourriture qui ne l'aurait pas été.

M. Lehmann s'est donc proposé d'étudier d'une manière continue et avec le plus de soin possible, l'action qu'exerce la décoction de café sur l'organisme, et particulièrement sur l'échange des éléments, et d'examiner spécialement les deux principes caractéristiques de la décoction de café, la caféine et l'huile empyreumatique, pour mettre en lumière la part d'action qui revient à chacun d'eux dans l'effet général du café.

L'auteur, pour atteindre ce but, s'est principalement attaché à l'étude de l'urine sécrétée, qui fournit les données les plus sûres sur l'échange des éléments dans un individu.

Dès l'abord, il y a des précautions importantes à observer, car, dans ce genre de recherches, il ne suffit pas de faire prendre la substance à un individu qui continue son genre de vie habituel, de répéter l'opération deux ou trois

fois, puis de déterminer la constitution de l'urine, ou bien de la faire une fois sur plusieurs individus. Car des conditions physiologiques minimes, telles que la quantité et la qualité de la nourriture, des efforts corporels plus ou moins violents, la disposition d'esprit, etc., etc., produisent déjà des différences considérables dans les proportions relatives des éléments de l'urine. L'on comprendra donc sans peine que, pour étudier l'échange d'éléments produits dans le corps par une substance qui y est introduite, il faut observer, en premier lieu, une diète continue et uniforme, et se soumettre à un genre de vie aussi régulier que possible, pendant toute la durée de l'expérience. En second lieu, il ne suffit pas de faire l'expérience sur un seul individu, ni si, après deux ou trois jours, il ne se présente pas de réaction bien tranchée, de conclure que la substance ingérée ne produit pas tel ou tel effet; car il arrive souvent que l'effet ne se montre qu'après plusieurs jours. Quand cela arrive, il faut encore continuer pendant un certain temps, pour qu'une série de résultats uniformes constatent avec certitude la réaction produite.

Pour apprécier l'action de la décoction de café et des substances qu'elle renferme sur l'échange des éléments, M. Lehmann déterminait exactement la quantité d'urine sécrétée dans les vingt-quatre heures, et, dans cette dernière, les trois éléments principaux qu'elle entraîne, savoir: l'urée, le chlorure sodique et l'acide phosphorique.

Les déterminations quantitatives de l'urée, du chlorure sodique et de l'acide phosphorique, ont été faites dans ces recherches par les méthodes indiquées par M. Liebig.

M. Lehmann a opéré sur deux hommes, G. M. et H. S., et s'est appliqué d'abord à établir la moyenne normale de la quantité d'urine sécrétée dans les vingt-quatre heures,

et de l'urée, du chlorure sodique et de l'acide phosphorique que cette dernière renferme, pendant une diète régulière que nous allons indiquer, *sans ingestion de café*, et en prolongeant l'expérience assez longtemps pour que les quantités relatives de ces produits restent approximativement constantes pendant plusieurs jours.

G. M., âgé de trente-deux ans, d'une bonne santé, et pesant 132 livres, partageait d'ordinaire la nourriture commune à la population pauvre, qui se compose de pain, de pommes de terre, de beaucoup de café, de beurre, quelquefois de fromage et très-rarement de viande. Son occupation journalière et sa vie en général étant très-régulières, le rendaient très-propre à ce genre de recherches.

Pendant la durée de l'expérience, il recevait chaque jour la même quantité et la même qualité d'aliments solides et liquides, savoir : le matin, 4 onces de pain et de beurre; à midi, 6 onces de viande sous forme de beefsteak, avec 4 onces de riz cuit à l'eau, et la même quantité de pain; le soir, 12 onces de pain et de beurre; en outre, cinq à six verres d'eau pendant le jour, et deux verres de petite bierre le soir. Cet homme supporta cette diète pendant plusieurs semaines, et déclara pouvoir vivre de même pendant toute une année, sans se lasser de cette nourriture.

H. S., âgé de vingt-huit ans, d'une bonne santé, et pesant 141 livres, avait été habitué à une nourriture plus fortifiante et, comme le premier, à l'usage journalier du café.

Pendant la durée de l'expérience, il a été soumis à la même diète et au même genre de vie que le premier; mais il recevait à midi 7 onces $^1/_2$ de viande.

Les perturbations produites dans l'organisme par le changement de diète, et surtout, probablement, par la soustraction du café, se manifestaient pendant les premiers jours chez les deux individus, par un sentiment d'être à jeun, et par une urine troublée et à réaction alcaline.

Cette perturbation était plus intense chez G. M. Ce ne fut qu'au bout de plusieurs jours que, l'organisme s'étant habitué à cette diète, l'urine redevint pâle, claire et acide, et que le sentiment d'être à jeun diminua chez tous deux, bien qu'il persista toujours.

La moyenne des quantités des substances sécrétées n'a été calculée que sur les résultats obtenus plusieurs jours après la réapparition de l'état normal, et le retour d'une sécrétion à peu près régulière d'urine.

Sur quatorze jours d'expériences, les cinq derniers jours ont fourni en moyenne :

Pour G. M. : **1444** c. c. urine, **4,140** gr. acide phosphorique, **9,363** gr. chlorure sodique et **27,232** gr. urée.

Pour H. S. : **1635** c. c. urine, **4,421** acide phosphorique, **9,865**. chlorure sodique et **31,298** urée.

L'état normal étant ainsi bien constaté, pour étudier l'influence du café sur l'échange des éléments, les deux individus, tout en continuant la même diète, reçurent chacun, au lieu des deux verres d'eau, le matin et à dîner, une décoction de café, préparée chaque fois au moyen de trois quarts d'once de café.

Dès le premier jour, le sentiment d'être à jeun disparut complétement ; ils étaient gais et bien disposés au travail. L'urine restait normale, c'est-à-dire jaune, pâle, transparente et acide.

La moyenne des analyses de l'urine sécrétée pendant les cinq derniers jours, sur onze jours d'expériences, donna :

Pour G. M. : 1512 c. c. urine, 3,105 acide phosphorique, 6,951 chlorure sodique et 20,695 urée.

Pour H. S. : 2005 c. c. urine, 3,001 acide phosphorique, 8,819 chlorure sodique et 21,888 urée.

Pendant les premiers jours de l'expérience, il n'y avait pas de changement notable dans la quantité relative des trois éléments principaux entraînés par l'urine ; mais, à partir du cinquième jour chez H. S. et du sixième chez G. M., la différence notable qui ressort des chiffres que nous venons de citer, ne laisse plus aucun doute que l'action principale du café se manifeste par un ralentissement dans l'échange des éléments.

Pour apprécier les autres effets du café, l'auteur fit prendre à chacun des deux individus, le matin et à midi, une décoction de café préparée avec une once et demie de café. Les symptômes qui ne tardèrent pas à se manifester furent une grande agitation du cœur, un pouls plus précipité, de l'excitation, de la transpiration, de l'inquiétude et du vertige, enfin, de l'abattement et un sommeil agité par des rêves confus et désagréables.

Tous ces symptômes étaient plus prononcés chez G. M. que chez H. S.

Il fallait maintenant s'assurer auquel des deux éléments principaux du café l'on devait attribuer plus spécialement l'un ou l'autre de ces effets. Dans ce but, les expériences rigoureuses furent répétées sur deux individus, en remplaçant le café par une dissolution de quatre grains de caféine dans l'eau.

Le sentiment d'être à jeun, qui s'était de nouveau produit à la suite de la diète normale, ne disparut pas complétement sous l'influence de la caféine.

Les trois substances principales entraînées par l'urine, après avoir acquis les proportions relatives constantes par la diète normale, diminuèrent sous l'influence de la caféine, mais moins cependant que par la décoction de café. Quant aux symptômes extérieurs, les quatre grains de caféine ne produisirent guère qu'une activité du cœur un peu plus grande. Mais, le dernier jour de l'expérience, le patient ayant pris huit grains de caféine, eut le pouls très-rapide, de forts battements de cœur, des frissons, et un besoin continuel d'uriner, accompagné toutefois de sécrétions d'urine peu abondantes. Avec cela, l'imagination surexcitée, puis confusion dans les idées, des visions, et, en général, un état d'ivresse particulier, suivi d'un sommeil profond.

La même expérience, répétée sur un autre individu auquel on avait fait prendre six grains de caféine, conduisit aussi à une diminution dans les trois principales substances de l'urine, mais moins grande que celle qui avait été produite par une quantité correspondante de décoction de café.

Il restait enfin à examiner la part d'influence exercée par l'huile empyreumatique. Dans ce but, on a distillé avec de l'eau une certaine quantité de café grillé, jusqu'à ce que le résidu eût perdu toute odeur. Le produit de la distillation avait exactement le goût et l'odeur de la décoction de café.

Après avoir remis G. M. à la diète normale, on lui fit prendre chaque jour quatre verres contenant les produits empyreumatiques fournis par la distillation de deux onces

de café grillé. Il en résulta une excitation agréable, une faible transpiration et la disparition complète du sentiment d'être à jeun, comme avec le café. L'action de l'huile empyreumatique sur le cerveau semblait se manifester sur l'esprit plutôt que sur l'imagination, ainsi que l'auteur s'en assura plus tard par plusieurs autres expériences. Le volume de l'urine augmenta, tandis que les produits solides, et principalement l'urée, diminuèrent considérablement, le chlorure sodique restant à peu près dans les mêmes proportions qu'avant l'expérience.

La diminution notable des proportions d'éléments solides dans l'urine, après l'ingestion de l'huile empyreumatique, prouve, par conséquent, que cette dernière détermine un ralentissement plus grand dans l'échange des éléments que la caféine, et que c'est à elle qu'il faut attribuer la plus large part de cette influence produite par la décoction de café.

G. M. ayant pris une dose double de produits empyreumatiques distillés, eut des congestions, une transpiration abondante et de l'insomnie.

Deux autres individus, soumis au même traitement, manifestèrent tous les mêmes symptômes et, en outre, du dévoiement qui se déclara presque aussitôt après l'ingestion du produit de la distillation du café.

Il paraîtrait, d'après cela, que ce sont les substances empyreumatiques qui déterminent les mouvements intestinaux que produit si fréquemment la décoction de café.

En résumé, les résultats de ces recherches prouvent :

1° Que la décoction de café produit dans l'organisme deux actions principales et qui paraissent être en opposition, savoir : une plus grande activité des systèmes vascu-

laire et nerveux, et un ralentissement considérable dans l'échange des éléments.

2° Que l'excitation du système nerveux et du système vasculaire se manifeste par la propriété si précieuse du café de revivifier l'esprit abattu par une activité trop prolongée, de lui donner de l'élasticité, de disposer à la réflexion, et de déterminer un sentiment général de bien-être et de sérénité, propriété due à la modification réciproque des actions combinées de la caféine et de l'huile empyreumatique.

3° Que le ralentissement dans l'échange des éléments est dû principalement à l'action de l'huile empyreumatique, à laquelle s'ajoute celle de la caféine, lorsque cette dernière se trouve en proportion notable dans la décoction de café.

4° Que l'activité surexcitée du cœur, le frisson, le besoin d'uriner, les maux de tête, l'état d'ivresse particulier et le délire sont dus à la caféine.

5° Que la sécrétion plus abondante de la transpiration et de l'urine, l'accélération du mouvement intestinal, la surexcitation de l'esprit qui, à fortes doses, peut dégénérer en confusion d'idées et congestion, suivies d'inquiétude et d'insomnie, sont provoquées par l'huile empyreumatique.

Ainsi, quand la décoction de café est trop forte, c'est-à-dire si elle est préparée de manière à contenir une proportion d'huile empyreumatique et de caféine trop considérable pour l'organisme, il en résulte les effets particuliers à l'une ou à l'autre de ces substances, et l'on éprouve une surexcitation du cœur, ou des congestions, le frisson, l'insomnie, etc., etc.

M. Lehmann termine son mémoire par quelques consi-

dérations générales sur l'influence heureuse qu'exercent sur la vie sociale le café, le thé, le cacao et les spiritueux, qui agissent tous d'une manière analogue sur l'organisme.

Il fait ressortir que ces boissons qui, pour les classes riches dont la nourriture est abondante, ne sont qu'une jouissance et provoquent une excitation de l'esprit, deviennent, en outre, pour la classe pauvre, un véritable et important aliment, en raison du ralentissement produit dans les fonctions d'assimilation et d'élimination, et suppléent ainsi à une nourriture débilitante.

Le choix de l'une ou de l'autre de ces substances par les différentes nations repose sur la production du sol et la nature des aliments prédominants dans le pays.

Ainsi, tandis que les contrées de vignobles consomment leur vin, dont les excès entraînent de si nombreux inconvénients sur l'organisme et la raison, les Orientaux et les Arabes font une très-grande consommation de café qu'ils préparent de manière à en extraire le peu de substances réellement nutritives, pour suppléer autant que possible à leur nourriture trop affaiblissante ; les Chinois et les habitants de l'Asie centrale ont le thé, que ces derniers, pour la même raison que les Orientaux à l'égard du café, font bouillir avec de l'eau salée, afin d'en retirer les matières protéinées.

Les Anglais, qui consomment plus de viande et n'ont pas besoin de suppléer à une nourriture insuffisante, recherchent dans le thé, devenu chez eux une boisson générale, la théine et l'huile essentielle, qui rehaussent surtout l'activité du système nerveux et de l'esprit.

En Allemagne, au contraire, où la pomme de terre est l'aliment dominant du pauvre, la consommation du café

est énorme, parce qu'on y recherche l'action ralentissante des matières empyreumatiques sur les fonctions de l'estomac, pour compenser la débilité de la nourriture.

Depuis l'introduction à peu près simultanée en Europe de la pomme de terre et du café, leur consommation s'est toujours accrue dans des proportions correspondantes.

Pendant le blocus continental, on a cherché, en Allemagne, à remplacer le café, désormais indispensable, par des produits du sol préparés de la même manière. On a fabriqué des succédanés en grillant des fruits secs, des graines et des racines de plantes très-diverses, et l'on a obtenu une boisson qui avait la couleur du café sans le goût, l'huile empyreumatique sans la caféine, mais qui possédait, par conséquent, dans les matières empyreumatiques, l'élément le plus essentiel à l'égard de l'alimentation.

Après la levée du blocus, le café est rentré abondamment dans la consommation; mais, vu la cherté croissante des vivres, l'usage des succédanés qui sont à si bas prix s'est conservé, et la fabrication de ces substances augmente même de plus en plus.

A elle seule, l'Union douanière allemande a consommé, en 1851, cent millions de livres de café, c'est-à-dire la sixième partie de la production totale, et, en outre, dix millions de livres de succédanés.

Recherches sur l'élasticité et la cohésion des corps solides. Extrait des Mémoires de M. **Wertheim** et de M. **Kupffer.**

Nous nous proposons de passer en revue dans cet article quelques travaux récents sur l'élasticité et la cohésion des corps solides. L'étude de ces propriétés, qui avait souvent été l'objet de recherches expérimentales et théoriques, a été reprise d'une manière plus parfaite dans ces dernières années, par M. G. Wertheim à Paris, et par M. Kupffer à St-Pétersbourg.

Lorsqu'un corps solide est soumis à une traction ou à une compression, il subit un changement de forme; mais dès que la force cesse d'agir la déformation disparaît et le corps revient à son état initial. Cela est vrai tant que l'effort auquel on soumet le corps ne dépasse pas une certaine limite, assez vague au reste, au delà de laquelle le corps ne reprend plus exactement sa forme primitive; il a subi une déformation durable. On nomme *limite d'élasticité* la limite des efforts que le corps peut supporter sans éprouver de changements permanents. Enfin, si l'on augmente de plus en plus la force, le corps finit par se rompre, c'est-à-dire que l'attraction moléculaire est complétement vaincue et que les particules matérielles se séparent les unes des autres. En général on prend la résistance à la rupture comme mesure de la *cohésion* des corps.

On entend par le *coefficient d'élasticité* d'un corps le poids qui doublerait la longueur d'une verge ayant l'unité de surface pour section, si un tel allongement élastique

était physiquement possible. Cette donnée peut, par exemple, se déduire des petites augmentations de longueur que subit une tige sous l'action de poids relativement faibles, en supposant les allongements proportionnels aux charges. Dans les mesures françaises le coefficient d'élasticité est le nombre de kilogrammes qui doublerait la longueur d'un fil de un millimètre carré de section.

On peut déterminer le coefficient d'élasticité par plusieurs méthodes différentes : nous allons examiner les principales.

I. *Méthode par allongement.*

On peut soumettre une tige ou un fil d'une section connue à des tractions déterminées et mesurer l'allongement qui en résulte. Ce procédé avait été employé par plusieurs physiciens, parmi lesquels on peut citer S'Gravesand et Savart. Comme sous l'action de charges un peu considérables les tiges subissent des déformations permanentes, quelques observateurs, qui n'en tenaient pas compte, arrivaient à cette conclusion que l'allongement est proportionnel à la charge, seulement dans certaines limites, au delà desquelles on arrive à des valeurs différentes du coefficient d'élasticité. Nous verrons qu'il n'en est plus de même si l'on tient compte des déformations permanentes.

M. Wertheim a fait, d'après cette méthode directe, des recherches aussi précises que nombreuses [1]. L'appareil dont il s'est servi se compose d'une poutre en chêne de $1^m,7$ de hauteur, solidement fixé. A la partie supérieure de cette poutre se trouve un support en acier, muni d'une pince, dans laquelle on fixe l'extrémité supérieure des tiges

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 3me série, tome XII.

ou des fils que l'on veut soumettre à la traction. L'extrémité inférieure du fil est saisie par une autre pince à laquelle on suspend, par le moyen d'un crochet, la caisse destinée à recevoir les poids. Cette caisse repose sur le sol par des vis calantes : lorsqu'on veut charger le fil on retire les vis, et l'on évite ainsi toute secousse. Une pièce en fer, fixée à la caisse, glisse dans une coulisse pratiquée dans la poutre, afin que le fil ne puisse pas se tordre. Lorsqu'on voulait employer des charges moins considérables que le poids de la caisse elle-même ($34^{k},5$), on attachait directement les poids au crochet de la pince inférieure.

Cet appareil peut servir aux différentes températures. Pour l'étude de l'élasticité à des températures élevées, on plaçait un long fourneau vertical, entourant le fil de trois côtés, mais ouvert à la partie antérieure pour que l'on pût mesurer les allongements. Ce fourneau se composait de trois enveloppes concentriques; l'intervalle compris entre les deux enveloppes intérieures était rempli de sable. La troisième enveloppe formait avec la seconde le fourneau au fond duquel on plaçait le feu.

Pour les températures basses, le fil traversait un long tube en fer-blanc entouré d'un mélange réfrigérant maintenu extérieurement par un manchon cylindrique en verre.

Enfin M. Wertheim a employé cet appareil pour étudier l'élasticité sous l'influence d'un courant électrique ou du magnétisme; il suffisait, dans ce cas, de mettre les deux extrémités de la tige sur laquelle on opère en communication avec les deux pôles d'une pile, ou d'envelopper le fil d'une hélice traversée par un courant.

La manière d'opérer est la même dans les différents cas. On trace deux traits de repère déliés à 80 cent. de dis-

tance environ sur la tige que l'on doit soumettre à l'allongement; puis on la charge d'un poids suffisant pour la redresser; on mesure exactement au cathétomètre la distance des traits de repère; on augmente alors la charge et on mesure de nouveau la distance, enfin on enlève la charge et on mesure encore la distance des traits de repère. Il est clair que la différence des deux dernières mesures exprimera l'allongement élastique, et la différence de la troisième et de la première donnera l'allongement permanent. On répète la détermination sous des charges successivement croissantes jusqu'à ce que la verge éprouve des déformations permanentes sensibles; alors les mesures deviennent plus difficiles, car les corps élastiques ne semblent plus atteindre d'équilibre vraiment stable, et l'on ne saurait déterminer les longueurs finales que les verges prennent sous l'action de ces charges : même après l'action continuée pendant huit jours, un fil de cadmium n'avait pas encore cessé de s'allonger. Mais si l'on enlève les poids à un moment quelconque, la tige subit une diminution proportionnelle à sa longueur actuelle, c'est-à-dire que l'on trouve le même coefficient d'élasticité que l'on avait trouvé avant d'avoir dépassé sensiblement la limite d'élasticité.

On déterminait également le poids qui produisait la rupture.

Comme M. Wertheim a combiné et comparé les expériences qu'il a faites par ce procédé avec celles qu'il a exécutées par d'autres méthodes dont nous allons parler, nous renverrons un peu l'examen des résultats.

II. *Méthode par vibrations.*

On se sert aussi des vibrations *transversales* ou *longitudinales* que l'on peut faire subir à des verges solides pour

déterminer le cœfficient d'élasticité. Cette donnée entrant nécessairement dans la formule analytique qui exprime la durée de ces vibrations, on pourra obtenir sa valeur quand les autres quantités qui entrent dans ces expressions seront connues.

Pour déterminer le nombre de vibrations transversales, M. Wertheim s'est servi de la méthode de M. Duhamel; elle consiste à faire dessiner les vibrations sur des plaques de verre recouvertes de noir de fumée. Le disque de verre destiné à recevoir les dessins était mis en mouvement par une sorte de tourne-broche à poids. Comme il n'était pas possible d'obtenir un mouvement de rotation parfaitement régulier, on ne pouvait pas calculer le nombre de vibrations d'après la vitesse du disque; on faisait tracer en même temps un second dessin par un diapason normal, réglé sur une syrène, et mis en vibration. On comptait alors le nombre de vibrations de la verge et on le comparait au nombre correspondant de vibrations du diapason.

L'appareil se composait donc du disque en verre noirci, placé verticalement et mis en mouvement par le tourne-broche. La tige était saisie par son milieu dans un étau et elle était disposée horizontalement; son extrémité était munie d'un petit tracelet qui opérait le dessin sur le verre; il en était de même d'une des branches du diapason. On pouvait, en appuyant le pied sur une pédale, approcher le disque pendant sa rotation, de manière à ce que les tracelets de la verge et du diapason vinssent s'appuyer sur le verre. Le même mouvement déterminait la vibration du diapason en faisant sortir d'entre les branches du diapason une pièce de fer qui les écartait l'une de l'autre. En lâchant la pédale, le disque retournait en arrière et les tracelets ne touchaient plus le disque.

Pour faire l'expérience, on faisait marcher le tournebroche, et quand le mouvement était uniforme on appuyait sur la pédale ; le dessin des vibrations se traçait sur le verre; quand le disque avait fait un tour, on ôtait le pied de dessus la pédale et le disque se retirait de nouveau, afin que les dessins d'un second tour ne vinssent pas se confondre avec ceux du premier.

Cette méthode permet de déterminer le temps à $\frac{1}{2560}$ de seconde près; elle est applicable à tous les corps, et on peut l'employer pour déterminer l'élasticité de tiges qui n'ont pas plus de 50 millimètres de longueur.

Quant aux vibrations longitudinales, on en déterminait le nombre au moyen des sons les plus graves que rendent les verges, quand, tenues par le milieu, on les frotte par un bout. On reproduisait le même son sur un sonomètre accordé lui-même sur le diapason normal.

III. *Méthode par torsion.*

Une troisième méthode, qui a d'abord été employée par Coulomb, Duleau, Savart et M. Giulio, c'est celle de la torsion. On sait que si l'on suspend un corps à un fil dont l'extrémité supérieure est fixe, et si l'on exerce une torsion, le fil et le corps qui y est suspendu exécutent une série d'oscillations isochrones. Il existe des formules analytiques très-connues, qui relient la durée des oscillations à l'élasticité et permettent de calculer le coefficient d'élasticité du fil.

M. Kupffer [1] a suivi cette méthode en employant un appareil d'une dimension considérable. Les fils avaient en-

[1] Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, sciences mathématiques, tome V.

viron 10 $\frac{1}{2}$ pieds russes ($3^m,2$) de longueur; l'extrémité supérieure du fil était fixée à une pièce très-solidement établie sur trois pieds; à l'extrémité inférieure était suspendue horizontalement une planche de 5 pieds ($1^m,5$) de longueur, sur 1 $\frac{1}{2}$ pouce ($0^m,038$) d'épaisseur et 4 pouces ($0^m,10$) de hauteur; elle portait à sa face supérieure, qui était bien dressée, une règle en fer d'un demi-pouce ($0^m,013$) d'épaisseur, sur laquelle se trouvaient 14 petites cavités coniques à 4 pouces ($0^m,10$) de distance les unes des autres et distribuées également des deux côtés du centre de la règle, situé dans le prolongement du fil. Les petites cavités étaient destinées à recevoir, à égale distance de l'axe de torsion, les deux appareils de suspension des poids. Ces appareils avaient la forme d'un étrier et pouvaient recevoir des poids plus ou moins considérables; leur partie supérieure formait un anneau par lequel passait la planche; à la partie supérieure de cet anneau était soudée une pointe d'acier, tournée en bas, que l'on engageait dans une des cavités de la règle; de cette manière, le centre de gravité des poids et de l'étrier qui les supporte, se place toujours dans la verticale de la cavité.

On écartait ce levier de sa position d'équilibre et il oscillait sous l'influence de la torsion du fil. Pour déterminer exactement la durée des oscillations, un miroir vertical avait été interposé entre l'extrémité du fil et la planche. Ce miroir réfléchissait une division circulaire tracée sur un cercle de bois placé à peu près à la hauteur du miroir et au centre duquel passait le fil. L'image de cette division était visible dans une lunette dirigée sur le miroir; on observait plusieurs passages successifs d'une même division sous le fil de la lunette; on mesurait le temps avec exactitude, et l'on observait aussi l'amplitude des oscillations.

On comprend qu'il serait à peu près impossible de calculer le moment d'inertie d'un levier d'une forme aussi compliquée. C'est afin de pouvoir éliminer cette quantité qui entre dans les formules, que les étriers sont disposés de manière à pouvoir se rapprocher ou s'éloigner à volonté de l'axe de rotation[1].

Les oscillations ne sont pas exactement isochrones quelle que soit leur amplitude, mais leur durée augmente avec l'amplitude. Il est donc nécessaire d'établir une correction et de réduire les valeurs observées à des arcs infiniment petits. On pouvait, d'après les expériences, établir la loi de cette réduction; les observations ont montré que la correction est proportionnelle à la racine carrée de l'amplitude. M. Kupffer a étudié l'influence de la résistance de l'air; il plaçait pour cela sur le levier qui porte les poids une feuille de carton coupée suivant une ligne horizontale, et dont la moitié inférieure pouvait se replier sur la moitié supérieure, de sorte que l'on pouvait à volonté réduire de

[1] Soit I le moment d'inertie de tout le système, moins les étriers et les poids qu'ils supportent, soit p le poids de ces étriers et des poids, et i leur moment d'inertie relativement aux axes verticaux qui passent par leurs centres de gravité et leurs points de suspension. Soit T, la durée d'une oscillation quand les poids agissent à une distance l_1 de l'axe de rotation. Alors on a l'expression :

$$\frac{ng\,T_1^2}{\pi^2} = I + i + l_1^2 p$$

où n représente la force élastique. Pour une autre distance l_2, en désignant par T_2 le temps de l'oscillation, on aura :

$$\frac{ng\,T_2^2}{\pi^2} = I + i + l_2^2 p$$

On élimine $I + i$ entre ces deux équations. Il est évident qu'il faudra faire varier les longueurs l_1 et l_2 autant que possible pour avoir la valeur la plus exacte de n.

moitié la surface résistante sans que le moment d'inertie fût altéré. Il a reconnu ainsi que la résistance de l'air n'influe pas seule sur l'augmentation de durée des oscillations avec leur amplitude; la nature du métal exerce aussi une influence. La réduction au vide a une valeur sensible et indépendante de la durée des oscillations; pour une surface rectangulaire elle est proportionnelle à sa dimension verticale et au carré de sa dimension horizontale. Elle est exprimée par 0''00001908 ab^2, a exprimant la hauteur et b la demi-longueur de la surface résistante.

On mesure la longueur du fil aussi exactement que possible. Comme les formules relatives à l'élasticité contiennent la quatrième puissance du rayon des fils, il est très-nécessaire de déterminer celui-ci très-exactement; on effectuait les mesures soit directement avec un appareil micrométrique, soit indirectement en déterminant le volume d'eau déplacé par une longueur donnée du fil.

Résultats des expériences.

Passons actuellement aux résultats de ces expériences, et voyons d'abord ce qui concerne les métaux.

Métaux. — M. Wertheim trouve en premier lieu que le coefficient d'élasticité n'est pas constant pour un même métal, et que toutes les circonstances qui augmentent la densité le font grandir et réciproquement. En déterminant la densité de divers métaux, d'abord lorsqu'ils ont été coulés, puis après qu'ils ont été étirés, et enfin après qu'ils ont été recuits, on voit que l'étirage tantôt augmente tantôt diminue la densité, et que le recuit ramène sensiblement le métal à la densité qu'il avait après une simple fusion. On reconnaît, dans ces différentes circonstances que le coefficient d'élasticité augmente avec la densité.

Les vibrations longitudinales et transversales conduisent sensiblement au même coefficient d'élasticité; mais ce coefficient est plus grand que celui que l'on déduit de l'allongement. M. Wertheim avait supposé primitivement que cette différence résultait de l'accélération de mouvement provenant de la chaleur dégagée par condensation comme dans l'air, où la vitesse du son s'accroît en raison du dégagement de chaleur. Par suite, le son dans les corps solides serait dû aux ondes avec condensation, et il serait possible de déduire du rapport entre les vitesses théorique et réelle du son pour trouver le rapport entre les chaleurs spécifiques sous pression constante et sous volume constant. Mais on ne peut admettre qu'il en soit réellement ainsi, car on arrive à des valeurs impossibles pour le rapport des chaleurs spécifiques. De plus, d'autres recherches [1] ont montré qu'il existe une différence entre les vitesses du son dans une masse illimitée et dans un filet ou une verge. L'hypothèse de l'accélération du son dans les corps solides, par suite de la chaleur dégagée paraît d'autant moins soutenable que cette accélération n'a positivement pas lieu dans les liquides, quoique ces derniers se comportent, par rapport aux vibrations, absolument comme les corps solides. Il faudra donc chercher à expliquer autrement cette différence. M. Wertheim[1] fait observer que l'on obtiendrait un accord

[1] Nous renvoyons, pour ce qui concerne la vitesse du son dans les corps solides et liquides, aux travaux suivants de M. Wertheim :

Mémoire sur l'équilibre des corps solides homogènes. (Annales de Chimie et de Phys., 3me série, t. XXIII, à la fin du mémoire.)

Mémoire sur la vitesse du son dans les liquides. (Annales de Chimie et de Physique, 3me série, tome XXIII.)

Dans un article sur la *Compressibilité des liquides* (Archives des Sciences, tome XVI, p. 290) nous avons rapidement passé en revue ces travaux de M. Wertheim.

satisfaisant en admettant que les verges sur lesquelles on peut opérer doivent être considérées comme des lames élastiques et non comme des filets. M. Cauchy a fait voir en effet que la vitesse du son dans une tige n'est pas la même que dans une plaque.

Les expériences que Coulomb, Duleau, Savart, M. Giulio et M. Kupffer ont faites par la méthode de torsion conduisent à des coefficients d'élasticité inférieurs à ceux que l'on trouve par allongement; c'est du moins le résultat auquel on arrive quand on emploie les formules générales de Poisson sur l'équilibre et le mouvement des corps solides Mais M. Wertheim, dans son mémoire sur l'équilibre des corps solides dont nous avons déjà parlé dans ce recueil[2], a montré par l'expérience que ces formules devaient être modifiées. En effectuant le calcul relatif à la torsion au moyen de ces formules nouvelles, on arrive à des valeurs du coefficient d'élasticité qui s'accordent parfaitement avec celles que l'on a déduites de l'allongement. C'est une preuve nouvelle de l'exactitude des modifications que M. Wertheim a proposées.

L'allongement des verges ou des fils chargés de poids change extrêmement peu leur densité, le coefficient doit, par conséquent, présenter de faibles variations, et c'est en effet ce qui arrive tant que les charges n'approchent pas de très-près celle qui produit la rupture. M. Gerstner avait déjà annoncé ce résultat, et il avait reconnu que les allongements restent proportionnels aux charges mêmes quand on dépasse la limite d'élasticité, pourvu que l'on ne confonde

[1] *Note sur la vitesse du son dans les verges*. (Annal. de Chimie et de Physique, 3me série, tome XXXI.)

[2] Voyez *Archives des Sciences*, tome XVI, p. 290, et particulièrement p. 296 et suivantes.

pas l'allongement élastique avec l'allongement permanent. Les allongements permanents ne se font pas par sauts, par saccades, mais d'une manière continue ; en modifiant convenablement la charge et sa durée d'action on pourra produire tel allongement qu'on voudra ; mais si on enlève le poids à un moment quelconque, la verge subit un raccourcissement proportionnel à sa longueur actuelle, et l'on obtient par conséquent sous toutes les charges le même coefficient d'élasticité.

Il n'existe pas de vraie limite d'élasticité, et si l'on n'observe pas d'allongement permanent dès les premières charges, c'est qu'on ne les a pas laissé agir assez de temps, et que l'instrument de mesure n'est pas assez délicat pour les apprécier.

Les valeurs de l'allongement maximum et de la cohésion dépendent aussi beaucoup de la manière d'opérer : on trouve la première d'autant plus grande et la seconde d'autant plus petite que l'on augmente plus lentement les charges.

La résistance à la rupture est considérablement diminué par le recuit.

Maintenant si l'on admet que les poids des molécules des métaux sont proportionnels aux poids atomiques, en combinant ces poids avec les densités des corps, on peut arriver à des nombres qui expriment la distance des molécules en valeurs relatives. Les métaux dont les molécules sont le plus rapprochées ont le plus grand coefficient d'élasticité ; le platine seul est placé entre le cuivre et le fer par rapport aux coefficients d'élasticité, tandis qu'il se trouve entre le zinc et le cuivre par rapport aux distances des molécules.

Voici un tableau dans lequel une partie des résultats dont nous venons de parler se trouvent consignés :

I. *Tableau des coefficients d'élasticité des métaux de 15 à 20 degrés.*

Noms des métaux.	COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ DE M. WERTHEIM D'APRÈS			COEFFIC. D'ÉLASTIC. DE M. KUPFFER calculés d'après la formule		POIDS spécifiques.
	les vibrat. longitudin.	les vibrat. transversal.	l'allongement.	de M. Poisson.	de M. Wertheim	
Plomb coulé	1993,4	1985,2	1775,0			11,215
» étiré	2278,0	1781,2	1803,0			11,169
» recuit	2146,0	1834,2	1727,5			11,232
Etain étiré	4006,0	3839,7				7,313
» recuit	4418,0	3703,4				7,290
» ordinaire coulé	4643,0	4172,0				7,404
» » étiré	4564,0	4148,0				7,342
Cadmium étiré	6090,3	5424,0				8,665
» recuit	4241,0	5313,0				8,520
Or étiré	8599,0	8644,6	8131,5			18,514
Or recuit	6372,0	5989,0	5584,6			18,035
Or de M. Kupffer				6794	7247	
Argent étiré	7576,0	7820,4	7357,7			10,369
» recuit	7242,0	7533,0	7140,5			10,304
» de M. Kupffer			7360	7080	7552	
Zinc distillé coulé dans du sable	7536,0	6778,0				7,134
Id. ds une lingotière	9338,0	9423,0	9021,0			7,146
Zinc ordinaire étiré	9555,0	8793,6	8734,5			7,008
Palladium étiré		12395,0	11759			11,350
» recuit		11281,0	9789,0			11,225
Cuivre étiré	12336	12513	12449			8,933
» recuit	12540	11833	10519			8,936
» jaune			9600 à 10600	9446	10076	
Platine fil mince	16176	15928				21,166
» » recuit	14292	14373				20,753
» fil moyen	17165	17153	17044			21,275
» » recuit	15611	15355	15518			21,083
» gros fil	16159	15814				21,259
» » recuit	15560	15683				21,207
» de M. Kupffer			17000	15924	16986	
Fer du Berry étiré	19903	18547	20869			7,748
» recuit	19925	19410	20794			7,757
Fil de fer ordinaire			18613			7,553
Acier fondu étiré	19823	18247	19549			7,717
» recuit	19828	18811	19561			7,719
Fil d'acier anglais étiré	19445	20714	18809			7,718
» recuit	19200	21070	17278			7,622
Fil d'acier ordinre recuit au bleu			18045			7,420
Fer no 1 de M. Kupffer			19500 à 20000	18571	19809	
Fer no 2 »			18500 à 19000	17850	19040	

Quant à l'influence de la température, M. Wertheim trouve que le coefficient d'élasticité diminue constamment à mesure que la température s'accroît depuis — 15° jusqu'à + 200°, dans un rapport plus rapide que celui que l'on déduirait de la dilatation correspondante. Cela a lieu pour tous les métaux, excepté le fer et l'acier dont l'élasticité augmente depuis — 15° jusqu'à + 100°, puis diminue de nouveau à partir d'une certaine température comprise entre entre 100 et 200°. L'élévation de la température jusqu'à 200° ne diminue pas beaucoup la cohésion des métaux recuits d'avance.

II. *Tableau des coefficients d'élasticité des métaux recuits à 15 à 20, à 100 et à 200 degrés.*

Nom du métal.	A 15° A 20°.		A 100°.		A 200°.	
	Densité.	Coeffic. d'élasticité.	Densité calculée.	Coeffic. d'élasticité.	Densité calculée.	Coeffic. d'élasticité.
Plomb	11,232	1727	11,075	1630	»	»
Or	18,035	5584	17,953	5408	17,873	5482
Argent	10,304	7140	10,245	7247	10,187	6374
Cuivre	8,936	10519	8,891	9827	8,840	7862
Platine	21,083	15518	21,027	14178	20,969	12964
Fer	7,757	20794	7,729	21877	7,696	17700
Fil de fer ordinaire	7,553	18613	7,543	19995	»	»
Acier fondu	7,719	19561	7,694	19014	7,669	17926
Fil d'acier anglais.	7,622	17278	7,597	21292	7,573	19278
» » recuit au bleu	7,420	18045	7,410	18977	»	»

III. *Tableau des coefficients d'élasticité des métaux recuits à 10° et à —15°.*

Nom du métal.	A 10°.		A —15°.	
	Densité.	Coefficient d'élasticité.	Densité calculée.	Coefficient d'élasticité.
Or.	18,889	8603	18,896	9351
Argent.	10,458	7411	10,463	7800
Palladium	10,661	10289	10,664	10659
Platine.	20,513	15647	20,518	16224
Cuivre	8,906	12200	8,910	13052
Fil de fer ordinaire. .	7,553	18613	7,555	17743
Acier recuit au bleu.	7,420	18045	7,422	17690
Laiton.	8,247	9005	8,431	9782

Enfin M. Wertheim a déterminé l'influence qu'un courant électrique traversant un fil exerce sur son coefficient d'élasticité[1]. Dans ce cas l'élasticité change par l'influence propre de l'électricité, et aussi parce que la température du fil s'élève lorsqu'il est traversé par le courant; pour obtenir l'effet de l'électricité seule il faut donc corriger les résultats d'après les expériences précédentes sur l'influence de la chaleur. On apprécie l'élévation de température par la dilatation linéaire que subit le fil. On reconnaît ainsi que le courant voltaïque produit par son action propre une diminution du coefficient d'élasticité, qui disparaît lorsque le courant cesse. La grandeur de cette diminution varie avec l'énergie du courant. On arrive au même résultat par la méthode des vibrations longitudinales.

La cohésion des fils est aussi un peu diminuée lors-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XII.

qu'ils sont traversés par un courant, mais il est possible que cela provienne seulement de l'élévation de température qui les accompagne.

L'aimantation produite en entourant des fils de fer doux et d'acier par des hélices traversées par un courant voltaïque diminue également le coefficient d'élasticité, et cette influence persiste en partie après l'aimantation.

Alliages[1]. — Après avoir formé un grand nombre d'alliages, et étudié leurs propriétés élastiques, M. Wertheim est arrivé aux conclusions suivantes:

1° Si l'on suppose que toutes les molécules d'un alliage soient à la même distance les unes des autres, on trouve que plus cette moyenne distance est petite, plus le coefficient d'élasticité est grand.

2° Le coefficient d'élasticité d'un alliage est, à peu près, la moyenne des coefficients d'élasticité des métaux constituants, sans que les condensations ou dilatations qui ont lieu pendant la formation de l'alliage, le modifient d'une manière sensible.

3° Ni la limite d'élasticité, ni l'allongement maximum, ni la cohésion d'un alliage ne peuvent être déterminées *à priori* au moyen de ces mêmes quantités connues pour les métaux constituants.

Verres. — M. Wertheim s'est aussi occupé avec M. E. Chevandier[2] de l'élasticité du verre. La principale difficulté consiste à obtenir des tiges de matières identiques et bien calibrées. Le travail que le verre subit modifie notablement ses propriétés. MM. Chevandier et Wertheim ont fait fabriquer des tiges cylindriques; lorsqu'elles étaient

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XII.
[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XIX.

étirées, ils en choisissaient les parties les plus belles, et ils les faisaient recuire, puis tailler en verges prismatiques. Par ce moyen, ils sont arrivés à des résultats constants qui peuvent être résumés ainsi :

1° La densité de toutes les espèces de verre augmente, en moyenne de 0,0045 par l'effet du recuit.

2° Le coefficient d'élasticité augmente par le recuit en même temps que la densité.

3° Pour une même espèce de verre, les nombres de vibrations longitudinales sont exactement en raison inverse des longueurs.

4° Les allongements conduisent à des coefficients d'élasticité moindre que ceux qui résultent des vibrations.

5° Il n'y a de différence, ni pour la densité, ni pour l'élasticité, entre le verre coulé et le verre étiré, pourvu qu'il ait été recuit.

6° Les différentes espèces de verre se suivent dans le même ordre qu'on les range d'après leur coefficient d'élasticité, ou d'après leur résistance à la rupture ; les verres les plus élastiques sont donc doués en même temps de la plus grande cohésion.

7° Le plomb diminue notablement l'élasticité et la cohésion du verre.

8° La coloration du verre ordinaire en violet par le manganèse augmente son élasticité ; au contraire pour le cristal, la coloration en violet, en bleu et en vert par le manganèse, le cobalt et le cuivre, n'en change pas sensiblement les propriétés mécaniques.

IV. ***Tableau des coefficients d'élasticité et de la cohésion de différentes espèces de verre.***

Espèces de verre.	Coefficient d'élasticité.		Cohésion.
	par vibrations.	par allongem[t].	
Verre à vitres..........	7917	»	1,763
Verre à glaces (moyenne)..	7015	»	1,400
Verre à glaces...... ...	6844	6183	»
Verre à gobeletterie commun	7165	6722	»
» » fin	6892	6040	»
» » non coloré	6890	»	1,002
» » violet ...	7080	5000	»
Cristal blanc et coloré....	5477	»	0,665

Bois. — Nous ne dirons que quelques mots sur de nombreuses expériences qui sont d'une haute utilité pour les constructeurs, mais qui présentent moins d'intérêt pour les physiciens : nous voulons parler des travaux considérables que MM. E. Chevandier et Wertheim ont fait sur l'élasticité et la cohésion du bois[1]. Ils ont étudié différentes essences de bois, et chaque essence dans des circonstances très-variées. En premier lieu, ils ont mesuré l'allongement et la résistance à la rupture de tringles de bois exactement calibrées et prises dans différentes parties de l'arbre. On avait prétendu qu'il y avait de grandes différences dans la force et dans l'élasticité du bois suivant son orientation par rapport aux points cardinaux. Les expériences dont nous parlons actuellement n'ont rien indiqué de semblable. Dans la plupart des arbres les couches extérieures ont plus d'élasticité ; plus le bois est sec plus il a de cohésion et d'élasticité. On a fait aussi un grand nombre d'expériences avec de grosses pièces de bois ; on

[1] *Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois*, présenté à l'Académie des sciences dans sa séance du 5 octobre 1846.

plaçait une bille de manière à ce qu'elle fut appuyée par ses deux extrémités, et on la chargeait de poids en son milieu; on déduisait l'élasticité de la grandeur de la flèche d'inflexion. On est arrivé aux mêmes résultats qu'avec des tringles.

Tissus du corps humain. — M. Wertheim a complété ces belles recherches en étudiant l'élasticité et la cohésion des tissus du corps humain [1]. Les principales conclusions de son travail sont les suivantes:

1° Le poids spécifique des tendons, des muscles et des veines diminue avec l'âge; le même changement ne s'observe pas d'une manière constante, ni dans les os, ni dans les nerfs, ni dans les artères.

2° Les tissus osseux s'allongent sensiblement suivant la loi de la proportionnalité des charges, c'est-à-dire de la même manière que les corps anorganiques et le bois.

3° Lorsque les allongements élastiques et permanents deviennent très-grands, comme cela a lieu pour les vaisseaux, les allongements élastiques s'accroissent dans un rapport beaucoup moindre.

4° Les coefficients d'élasticité des os, des tendons et des nerfs paraissent augmenter avec l'âge tandis que celui des muscles diminue considérablement.

5° Lorsqu'on range les différents tissus suivant la grandeur de leur coefficient d'élasticité ou suivant celui de leur cohésion, on obtient dans l'un et l'autre cas la série suivante: os, tendons, nerfs, muscles, veines, artères.

6° Par la dessication, toutes les parties augmentent d'élasticité et de cohésion. L. Soret.

[1] *Mémoire sur l'élasticité et la cohésion des principaux tissus du corps humain*, présenté à l'Académie des sciences dans sa séance du 28 octobre 1846.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

GÉOGRAPHIE.

1. — Mesures hypsométriques dans la chaîne de l'Oural.

Avec une longueur de 400 lieues, la chaîne de l'Oural n'atteint pas, comme on le sait, une hauteur proportionnée à son importance géographique et à sa réputation. Elle ne se compose même, en quelques portions, que d'une série fréquemment interrompue de sommités alignées à d'assez grands intervalles, du nord au sud, sur la croupe peu marquée du plateau qui sépare l'Europe du continent asiatique. Dans la partie méridionale de cette chaîne, les monts Iremel et Taganaï ne manquent pas d'une certaine grandeur, et dominent une région dont les forêts, les roches et surtout les lacs font la beauté. On doit à M. Kupffer la mesure de la hauteur de cette dernière sommité. D'autres mesures attirèrent cependant l'attention des géographes sur la Roche de Konjakov (Konjakovskoï Kamène) située entre le 59° et le 60° de latitude septentrionale. M. Schurovsky a consigné dans son ouvrage (p. 5) une observation trigonométrique de M. Fédorof, qui assignait au Konjakov 762 toises (4875 pieds anglais) ou 764 toises (4887 pieds anglais) au-dessus de la rivière Touria près de Tourinsk. Restait à déterminer la hauteur de Tourinsk, ce qui ne se fit pas, et nous avouons qu'en l'évaluant à une centaine de toises, nous n'avons pas de prétentions à une véritable exactitude. Cela eût donné au Konjakov une hauteur d'environ 5200 pieds français, très-supérieure à celle du Taganaï. M. de Helmersen, dans son voyage à l'Oural, publié en 1841, donne à la même sommité une hauteur absolue de 880 toises au-dessus de la mer, en comptant celle de l'usine de Bogoslov à 116 toises. Mais M. de Humboldt (Asie Centrale, tome III, p. 540) trouve cette dernière exagérée et s'autorise de mesures correspondantes, prises entre Ekatherinebourg et Bogoslov, pour

ramener cette dernière localité à 80 toises, ce qui réduirait à 844 toises la hauteur du Konjakov au-dessus de la mer.

On sait combien il est difficile de déterminer, avec quelque exactitude, les faibles hauteurs de localités situées à de grandes distances, et à un niveau peu élevé au-dessus de celui de la mer, et comme elles servent cependant à la détermination des sommités qui les dominent elles ont de l'importance. Un pas décisif vient d'être fait vers la solution de cette question par les travaux d'une expédition scientifique destinée à l'exploration de l'Oural, et dont le gouvernement russe a confié la direction au colonel Hoffmann. Parmi les savants associés aux utiles travaux de cet officier nous comptons notre concitoyen, M. I. Munier, dont les connaissances profondes en métallurgie, et dont l'habileté dans les analyses chimiques rendent la coopération utile.

Ces messieurs ont, avec un succès complet, exécuté l'ascension de la Roche de Konjakov, du 28 juin au 4 juillet 1853, et leurs observations assignent à cette sommité 5137 pieds anglais, soit 1565,7 mètres, 4820 pieds français ou 803 toises au-dessus de la mer. Cette mesure, juste à quelques pieds près, n'est peut-être pas définitive; M. le colonel Hoffmann doit encore, à Saint-Pétersbourg, y faire quelques corrections dont les éléments lui manquaient sur les lieux. Il ne faut point juger par la faible hauteur de cette sommité principale de l'Oural des difficultés qu'a dû en présenter l'ascension. Indépendamment de l'absence totale de guides et de sentiers frayés, de la rigueur des bivouacs, même en été, sous une latitude qui est celle de Saint-Pétersbourg, et sous une longitude qui augmente l'intensité du froid, il a fallu, depuis Bogoslov, jusqu'au pied de la montagne, errer, pendant plusieurs jours, au travers de plaines marécageuses, inondées, obstruées de forêts vierges où l'on n'avançait qu'à grand'peine. L'expédition a aussi consacré plusieurs mois à l'exploration des portions septentrionales de l'Oural et des rivières Sosva et Kakra, et nous espérons devoir un jour à la plume de M. Munier une relation de ces travaux, que ses connaissances et la nature de son sujet ne peuvent manquer de rendre intéressante. L'exploitation des mines de

l'Oural a, en particulier, imprimé à la civilisation de ce pays un progrès si rapide que le tableau, pour demeurer fidèle, doit nous être présenté fréquemment. P. C.

---

2. — CARTE DE SYRIE, en trois feuilles, par MM. SCOT, ROBE et WILBRAHAM, majors, et par le lieutenant SYMOND ; 1852.

Le littoral de la Syrie est géographiquement connu par les travaux hydrographiques des marins anglais et français ; fréquenté par un nombre prodigieux de voyageurs et de savants, l'intérieur de ce pays montagneux n'a encore été que partiellement soumis à des travaux du même genre. Quatre officiers anglais ont réuni et combiné ces divers travaux, après en avoir discuté l'exactitude, et en y ajoutant leurs propres observations, pour dresser une carte, sur une grande échelle, de la Syrie et de la Palestine. Plus désireux d'avancer la connaissance topographique de ces pays intéressants que de faire valoir leurs propres travaux, ces ingénieurs ont laissé en blanc et signalé comme but aux futurs explorateurs les régions sur lesquelles ne s'est encore portée aucune observation, et avec l'esprit qui anime de nos jours les voyageurs anglais et allemands, nous ne doutons pas que ce vœu muet ne soit exaucé dans un petit nombre d'années, et que les lacunes ne soient comblées au profit de la géographie. La carte assigne les hauteurs suivantes à trois principales montagnes de la Syrie : 9376 pieds anglais (2857 mètres au Djebel Sheikh, l'ancien Hermon, situé à l'est d'Hasbeya ; 8554 pieds anglais (2607 mètres) au Sannin, situé par 33° 52′ lat. N. et 35° 52′ long. E. de Greenwich ; 6824 pieds anglais (2070 mètres) au Djebel Keniseh, *montagne de l'église* située par 33°50′ lat. et 35°46′ long. E. Toutefois elle indique encore, comme la plus élevée du Liban, une sommité de 10,051 pieds anglais (3063 mètres), située à 18 milles E.-S.-E. de Tripoli.

Le nord de la Syrie renferme quelques lacs moins célèbres, mais d'un aspect plus riant que ceux de la Palestine ; celui qui, dans les environs d'Antioche, s'étend au midi du Taurus, à la hau-

teur de 150 pieds au-dessus de la mer, porte actuellement le nom arabe d'*Eau Blanche* (Bahr-el-Abyad), et se déverse dans l'Oronte par la petite rivière nommée par les Turcs Karasou (*Eau Noire*). L'Oronte lui-même traverse un lac, jusqu'ici peu connu, de deux lieues et demie de longueur, situé au S.-O. de *Homs*, l'ancienne *Emesa ;* il n'est pas à moins de 1571 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer, ce qui explique la rapidité de la pente de l'Oronte.

La position des sources, jusqu'ici peu connues, de l'Oronte, et du Leytani, aux environs de Baalbeek, et celle du Jourdain (Rivière de Hasbeya), se trouve déterminée ; nous en dirons autant de celle du château d'*Abeline* ou *Ybelin* (10 milles au S.-E. d'Acre, qui fut, depuis le temps des croisades, le berceau d'une famille de barons puissants et illustres dans l'histoire de Cypre, et du formidable château de *Fakrah* qui couronne le sommet d'un roc dans la vallée où coule le torrent de *Kelb* (chien), le Lycus des anciens, et qui pourrait être identique avec la localité de Foukaro mentionnée dans les inscriptions hiéroglyphiques de Thèbes, d'autant que les bords du Lycus étaient connus comme portant une inscription hiéroglyphique et d'autres cunéiformes. P. C.

---

3. — Rivière Humber.

L'Association britannique pour l'avancement des sciences, dans sa cinquante-troisième session, a entendu plusieurs mémoires de MM. J. Oldham, Kemp, Turner, Thomson et Bell, tous relatifs à la rivière Humber. Ce fleuve, si l'on peut l'appeler ainsi, est plutôt un golfe de quarante milles de profondeur, dont la largeur ne dépasse pas 2 milles dans les trois quarts de sa longueur, qui en sont la partie supérieure, mais qui a six milles de largeur à son extrémité inférieure. Il occupe une surface totale de 80 milles acres et se termine au *Spurnhead*, promontoire oriental du comté d'York. La marée y pénètre au printemps avec une vitesse de 4 à 5 milles à l'heure, en élevant les eaux de 22 pieds anglais ; en d'autres saisons elle ne s'élève pas à plus de 15 pieds, et sa vitesse ne dépasse pas deux et demi à trois milles à l'heure. Les eaux sont très-limoneuses.

Quoique la navigation y soit entravée par des bancs nombreux, elle y rencontre cependant partout un chenal praticable aux plus grands vaisseaux, où ils trouvent, à la basse marée, une profondeur moyenne de 24 à 60 pieds en aval de Hull, et de 6 à 24 pieds en amont de ce port. La rive septentrionale de l'Humber présente, sur divers points, d'assez vastes plaines, dont le niveau ne dépasse pas celui qu'atteignent les grandes marées. Elles sont formées d'un sol d'alluvion où l'on reconnaît de l'argile, du gravier et le limon dont est formé le fond du fleuve, ainsi qu'on a pu le reconnaître lorsqu'on y a creusé de grands canaux de dessèchement. Des coupures de ce genre, pratiquées dans un sol quelquefois au-dessous du niveau actuel de la rivière, ont fait découvrir, sous une couche de tourbe, des forêts considérables d'ifs et d'autres arbres. Ceci peut donner une idée de l'étendue des terres submergées qui devaient, au moyen âge, donner à ce district un aspect particulièrement inhospitalier. Il n'est même pas nécessaire, pour s'en faire une idée, de remonter à un grand nombre de siècles en arrière. Des changements continuels ont lieu de nos jours dans la direction du chenal navigable de la rivière. Quelques parties sont approfondies tandis que d'autres tendent à s'ensabler. Le district appelé, improprement maintenant, Sunk Island, offre la preuve de la rapidité avec laquelle l'Humber a cédé à l'homme quelques parties de son bassin. C'était réellement, au temps de Charles Ier, une île de sept acres de superficie, séparée du continent du Yorkshire en aval de Hull, par un détroit d'un mille et demi de largeur, navigable pour les grands navires. Des travaux de diguements y ayant été entrepris, l'île présenta, en 1668, une superficie de 3500 acres généralement submergée, il est vrai, à la marée montante. En 1833, 2900 acres étaient en pleine culture, et maintenant on n'en compte pas moins de 7800 protégés par une ligne de digues de la longueur de six milles et demi, qui a rattaché ce district au continent en comblant tout le détroit qui l'en séparait autrefois. Sur d'autres points, l'agriculture a conquis, par les mêmes moyens, 10,000 acres de terre. Toutefois, dans cette guerre de l'industrie humaine contre la nature, il y a aussi des victimes des éléments; tandis que ces conquêtes enrichis-

sent la rive gauche de l'Humber, la rive opposée, celle du comté de Lincoln est entamée partiellement, et l'on peut en dire autant du district d'Holderness, sur la côte orientale du Yorkshire où l'enlèvement des galets livre graduellement aux flots les villages et leurs églises, et dont la côte est entamée de 4 à 12 pieds chaque année, ce qui équivaut à une perte annuelle de 33 acres.

P. C.

PHYSIQUE.

1. — SUR LES SONS DE LA BATTERIE SECONDAIRE, par KNOCHENHAUER. (*Ann. der Physik*, n° 9, 1853.)

Déjà l'année précédente, mon fils, qui assistait quelquefois aux recherches qui ont été insérées dans le compte rendu des séances de l'Académie de Vienne, se tenant près de la batterie secondaire, me fit remarquer qu'un son distinct se faisait entendre dans cette batterie, lors même qu'aucune étincelle ne traversait le *mesureur* d'étincelles [1] en communication avec elle. Je tins ces observations pour une illusion, et je supposai qu'il transportait dans la batterie secondaire le bruit occasionné par les étincelles de la batterie principale qui se faisait entendre dans toute la salle. Cependant comme il a répété cette année son assertion, je fis tourner la machine par un aide, et je me plaçai près de la batterie secondaire pour l'examiner de plus près. Dans le fait un son distinct avait lieu à chaque décharge de la batterie principale, qu'elle se déchargeât ou non par son mesureur d'étincelles ; le bruit était semblable à celui que ferait le verre d'une bouteille qui se fendrait. Le son ne prend naissance à aucune place déterminée des bouteilles, mais il provient de toute la surface en général. On l'entend le plus distinctement lorsqu'on tient l'oreille au-dessus de l'ouverture des bouteilles, et surtout si l'on empêche la décharge d'avoir lieu entre les boules du *mesureur d'étincelles* en les tenant plus éloignées l'un de l'autre ; sans cela le bruit même de l'étincelle rend moins distincte la perception du son. Si l'on place peu à peu les fils tendus loins l'un de l'autre le son est plus faible

[1] En allemand *Funkenmesser* (électromètre de décharge de Lane).

proportionnellement que lorsque la batterie voisine se charge moins; il cesse tout à fait, si on relie métalliquement les boules du mesureur d'étincelles ensemble ce qui fait qu'on ramène au minimum la charge de la batterie secondaire. Ces observations démontrent que la charge d'une batterie altère l'état de tension ou moléculaire du verre, altération qui devient sensible par le fait de la succession alternative de l'entrée et de la sortie de la charge électrique dans le verre.

Observations du Rédacteur. L'observation curieuse de Knochenbaner nous paraît tout à fait favorable à la manière de voir de M. Faraday, sur le mode de propagation de l'électricité dans les corps diélectriques soit isolants, mode qui consiste en ce que cette propagation se fait par la polarisation successive des particules. Cette polarisation ne pourrait avoir lieu dans le verre que par un déplacement des particules, qui serait la cause du bruit qui se fait entendre quand ce déplacement a lieu, et cesse plusieurs fois alternativement dans un temps donné et constitue ainsi une véritable vibration. Le phénomène serait du même genre que celui qu'on observe quand, en aimantant et désaimantant alternativement plusieurs fois de suite un morceau de fer doux, on opère une oscillation des particules autour de leur position d'équilibre, qui donne naissance à un son.

---

5. — NOUVELLES RECHERCHES SUR LA LOI ÉLECTROLYTIQUE, par M. BUFF. (*Ann. der Chemie und Pharmacie*, tome LXXXVII, page 117.)

Ces nouvelles recherches ont été provoquées par l'expérience de M. Léon Foucault, de laquelle ce savant a conclu que l'électricité peut traverser une partie (très-minime, il est vrai, mais cependant sensible) d'un conducteur liquide sans le décomposer [1]. Sans contester le résultat de l'expérience que l'habileté bien connue de l'expérimentateur mettait hors de doute, M. Buff a cherché à en donner une autre explication. Ayant remarqué que le mouvement

[1] *Archives des Sciences physiques*, tome XXIV, p. 263.

imprimé à la lame de platine ou même à la plaque de zinc, dans l'expérience telle que l'a fait M. Foucault, détermine un ébranlement du liquide qui soulève celui-ci contre le platine, et humecte de nouvelles parties de sa surface, il a présumé que le courant observé tenait à cette cause qui troublait la parfaite identité des deux couples. Pour vérifier sa conjecture, voici comment il a opéré :

Il a rempli deux longues auges partiellement d'acide sulfurique étendu, puis dans chacune d'elles il a placé deux cellules poreuses remplies du même liquide. Il a ensuite plongé un cylindre de zinc dans une des cellules de chaque auge, puis une plaque de platine dans l'autre cellule de chaque auge. Les deux lames de platine étaient unies métalliquement; quant aux cylindres de zinc ils étaient également réunis par le fil d'un multiplicateur extrêmement sensible. Les deux couples se trouvaient ainsi opposés l'un à l'autre comme dans l'expérience de M. Foucault, avec cette seule différence qu'au lieu de plonger directement dans le liquide, chacun des quatre métaux était placé dans un vase poreux rempli du même liquide, les quatre vases étant eux-mêmes plongés deux par deux dans les deux auges. Au premier instant où la chaîne fut formée, il y eut bien un léger mouvement de l'aiguille du galvanomètre, ce qui tenait à des impuretés qui se trouvaient encore à la surface du platine, malgré tout le soin qu'on avait pris pour la bien nettoyer ; mais ce mouvement cessait bientôt et l'équilibre se rétablissait complétement, surtout si on avait soin de faire communiquer pendant quelques instants les deux zincs au moyen d'un fil gros et court au lieu du fil du multiplicateur.

L'équilibre étant bien établi, ainsi que le montre la position de l'aiguille du galvanomètre, on peut éloigner ou rapprocher, dans la même auge, la cellule où est le zinc de celle où est le platine, sans que l'aiguille perde son immobilité. Rien n'indique la présence d'un courant dans un sens ou dans un autre, quelque grands que soient les changements qu'on opère dans la distance mutuelle des deux métaux de l'un des couples, et par conséquent dans sa résistance à la conductibilité électrique. Cette nullité d'effet ne tient point à un défaut de sensibilité dans le galvanomètre,

car cet instrument est assez délicat pour indiquer une déviation de 63° quand l'une de ses extrémités est mise en communication avec une balle de plomb plongée dans le sol, et que l'autre aboutit à une plaque de platine qu'on tient à la main. Mais si on n'a pas pris la précaution de plonger les lames de platine dans les cellules poreuses, et qu'on opère le déplacement de l'une d'elles, alors on obtient au galvanomètre une très-forte déviation dans le sens indiqué par M. Foucault. Ce qui met hors de doute que le courant, dans ce cas, est dû à l'ébranlement inévitable du liquide qui soulève celui-ci contre le platine et humecte de nouvelles parties de sa surface, c'est qu'en imprimant une secousse au liquide ou en en ajoutant une nouvelle quantité, on obtient le même effet sans avoir besoin de déplacer les lames.

Dans quelques mots consacrés à l'examen de la question générale, M. Buff continue à croire que les liquides composés ne sont pas susceptibles de conduire l'électricité à la façon des corps solides, mais qu'ils éprouvent toujours une décomposition par le passage du courant quelque faible et instantané qu'il soit, et il en donne pour preuve la polarisation des électrodes qui accompagne toujours la transmission de l'électricité à travers les liquides ; phénomène qui lui-même, ainsi que cela est maintenant bien reconnu, est dû au dépôt des éléments séparés par la décomposition électrique.

Nous attendrons que M. Foucault ait examiné l'interprétation que M. Buff donne de ses expériences, et qu'il ait de nouveau étudié le sujet, avant de conclure pour ou contre son opinion qui est aussi celle de Faraday, sur ce point délicat et important de la science. A. D. L. R.

6. — NOTE SUR LES ÉTINCELLES D'INDUCTION ÉCHANGÉES A TRAVERS DES CONDUCTEURS DE CONDUCTIBILITÉ INFÉRIEURE, par M. DU MONCEL. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris*, séance du 26 décembre 1853[1].)

On sait qu'avec l'appareil d'induction de Rhumkorff, les étincelles

[1] Les expériences de M. Du Moncel nous paraissent d'autant plus in-

du courant induit peuvent être échangées à distance non-seulement en opposant l'une à l'autre les deux extrémités du fil induit, mais encore en les provoquant par l'intermédiaire d'un corps conducteur étranger au circuit induit. Dans ce dernier cas, la réaction électrique est infiniment moins énergique à l'un des pôles qu'à l'autre.

On sait encore que les étincelles ainsi provoquées s'échangent à une distance d'autant plus grande que les interruptions du courant inducteur sont moins fréquentes. De telle sorte, que le meilleur moyen de les obtenir dans toute leur énergie, est d'interrompre à la main le courant inducteur. Enfin, on sait qu'en se servant, comme organes provocateurs des étincelles, de deux fils de fer très-fins entortillés autour de fils de même métal plus gros, l'un des fils de fer rougit par le bout et brûle, tandis que l'autre bout ne subit en apparence aucune élévation de température. Tels sont, avec les expériences de MM. Quet, Rhumkorff et Despretz sur la lumière stratifiée produite dans l'œuf philosophique, les effets jusqu'à présent étudiés du curieux phénomène de l'étincelle d'induction.

J'ai entrepris sur ce sujet une nouvelle série de recherches ayant pour but d'analyser ce qui se passe lorsque l'étincelle s'échange à travers des corps d'une conductibilité inférieure, et voici les curieux résultats que j'ai obtenus.

Si l'on prend un volume relié présentant des nervures et des ornements dorés, et que l'on applique aux deux points les plus éloignés de cet ensemble de dorures les deux bouts du fil induit, l'étincelle s'échange à travers toutes les dorures, et dessine en trait de feu tous les ornements sur lesquels l'or est appliqué.

Si, au lieu d'expérimenter sur une dorure, on le fait sur une traînée de poussière métallique, de la limaille de cuivre par exem-

téressantes qu'elles confirment pleinement l'opinion que nous avons souvent émise, d'accord avec plusieurs physiciens, que la lumière électrique n'est jamais que le résultat de l'incandescence de petites particules solides et liquides que l'étincelle rencontre sur son passage, ou qu'elle détache, en les entraînant avec elle, des corps d'où elle sort. (A.D.L.R.)

ple, l'étincelle s'échange de grain à grain et détermine des sillons de feu qui peuvent s'étendre jusqu'à une longueur de 2 décimètres (avec un seul élément de Bunzen comme électro-moteur).

Dans cette expérience, plusieurs effets curieux sont à remarquer. D'abord l'étincelle ne suit pas une ligne droite, elle forme une multitude de zigzags contournés en tous sens comme l'éclair, et offre des solutions de continuité en plusieurs endroits. C'est principalement quand la limaille est très-serrée et constitue un conducteur de meilleur conductibilité. En second lieu, quand l'étincelle s'échange à petite distance dans cette limaille, un des pôles produit une lumière rouge qui annonce la fusion des particules de cuivre qui s'y trouvent soumises, tandis que l'autre pôle semble exercer une action attractive sur la limaille, dont les particules viennent s'accrocher les unes aux autres et former au bout de quelques instants une houppe qui peut atteindre 2 à 3 centimètres de longueur si l'on soulève le fil avec précaution. Ce phénomène d'attraction existe pour les deux pôles; mais celui sur lequel il se manifeste de la manière la plus sensible, est précisément celui qui fournit l'étincelle à distance sur un corps métallique isolé qu'on lui présente, c'est-à-dire le pôle positif. Enfin, si l'on fait échanger l'étincelle électrique entre les deux pôles du circuit dans le voisinage de cette limaille, l'étincelle se recourbe pour passer par ce conducteur inférieur.

Cette expérience, fort curieuse à voir, prouve de la manière la plus évidente que les zigzags des éclairs ne sont dus qu'à des particules matérielles (de la vapeur d'eau condensée ou de la pluie), existant dans l'atmosphère au moment de la décharge, et qui forment entre les deux électricités développées un conducteur inférieur, comme la limaille de cuivre dans l'expérience précédente.

Les mêmes effets se reproduisent avec la poussière de charbon, mais les traînées lumineuses sont moins circonscrites.

La poudre à canon n'est pas conductrice, comme plusieurs personnes l'ont prétendu ; l'étincelle échangée entre les deux conducteurs de la machine, à une distance un peu considérable, est exactement la même au milieu de la poudre comme à l'air libre, et elle

ne part pas. Il faut que les pôles soient assez rapprochés l'un de l'autre pour que l'inflammation ait lieu. De là la nécessité d'employer pour les fusées des mines (quand c'est cet appareil dont on fait usage) des conducteurs inférieurs entre les deux extrémités des conducteurs du circuit.

En humectant d'eau ordinaire une planche vernie, et en appliquant à environ 5 centimètres de distance l'une de l'autre les extrémités du fil induit, l'un des pôles donne un jet vertical très-court de lumière violette, tandis que l'autre pôle lance horizontalement dans diverses directions des dards bruyants en zigzag dont l'extrémité est d'un rouge feu très-vif. Les dards peuvent avoir environ de 2 à 3 centimètres de longueur : le reste de l'intervalle est sans lumière.

Si l'on humecte un ruban de fil de sulfate de cuivre dissous ou d'eau acidulée, et qu'en deux points de ce ruban éloignés d'environ 10 centimètres l'un de l'autre, on provoque l'étincelle avec les deux bouts du circuit induit, l'une des étincelles est d'un violet rosé, tandis que l'autre est d'un rouge feu très-ardent ; ce phénomène ne se manifeste pas avec un ruban imbibé d'eau pure. Dans ce cas, les étincelles sont toutes les deux violettes ; l'étincelle rouge vient du pôle qui ne fournit pas l'étincelle à distance avec le conducteur isolé.

Si l'on emploie la flamme comme conducteur inférieur intermédiaire entre les deux extrémités du fil induit, l'étincelle s'échange à une distance beaucoup plus considérable qu'à l'air libre, et on le comprend facilement, puisque l'air, se trouvant extrêmement dilaté dans l'espace occupé par la flamme, est en quelque sorte dépouillé de sa propriété isolante. La flamme doit donc être considérée, dans ce cas, comme un véritable *conducteur de conductibilité inférieure ;* aussi, en la faisant intervenir dans les mêmes circonstances que les autres conducteurs dont nous venons de parler, on retrouve tous les mêmes effets.

Si l'on provoque l'étincelle de la part d'un corps métallique isolé à travers la flamme, et avec un seul conducteur, l'étincelle se voit à peine, mais on entend son crépitement et la flamme se

trouve agitée. A l'intérieur de la flamme, l'étincelle a la forme d'un globe de feu blanc dont le noyau central est bleuâtre.

Il va sans dire que la chaleur modifie les conditions de conductibilité des divers corps dont nous avons parlé. Ainsi, par exemple, la bougie stéarique, qui, à l'état solide, ne conduit pas du tout l'électricité, la conduit parfaitement à l'état de fusion. Dans ce cas, l'étincelle échangée par les conducteurs est d'un bleu rosé, et la cire brûle à l'un des pôles.

La pile elle-même peut servir de conducteur inférieur entre l'extra-courant et le circuit induit. Ainsi, on peut provoquer de fortes étincelles de la part du vase de faïence où se trouve l'eau acidulée, mais avec un seul des conducteurs du circuit induit, et la nature de ce conducteur varie suivant le sens du courant de la pile.

Il est à remarquer que, dans ces diverses expériences où les liquides sont employés comme conducteurs inférieurs, on peut allonger l'étincelle en répandant le liquide conducteur sur des parties sèches avec le conducteur du courant lui-même.

Expériences spéciales pour démontrer que les zigzags des éclairs ne sont dus qu'à la conductibilité secondaire de la vapeur d'eau condensée répandue dans l'air atmosphérique.

L'expérience déjà citée des traits de feu contournés en tous sens, quand l'étincelle d'induction est provoquée à travers de la limaille métallique, montre le phénomène des éclairs en zigzags dans toute sa beauté ; mais on pourrait objecter qu'il n'y a pas assez de poussière conductrice répandue dans l'air atmosphérique pour établir une analogie positive entre les deux phénomènes, et que cette expérience ne prouve pas que la vapeur d'eau à l'état vésiculaire ou même condensée se comporte de la même manière à l'égard de l'étincelle électrique. Deux expériences suffisent pour démontrer cette analogie.

Si l'on répand une couche d'eau très-légère sur une planche vernie, ou mieux, si l'on expose à la vapeur d'eau bouillante une glace non métallique, on apercevra, aussitôt que le courant d'induction sera créé par l'interruption à la main du courant induc-

teur, de longs traits de feu qui sillonneront la vapeur condensée et qui représenteront ceux produits sur la limaille métallique, mais en beaucoup plus petit et d'une manière plus stable. En revanche, ces traits de feu seront beaucoup plus nettement circonscrits. Ainsi la vapeur d'eau condensée est absolument dans le cas de la limaille métallique.

Il reste à savoir si cette vapeur d'eau condensée répandue au milieu d'un air déjà humide, peut exercer la même action que quand elle se trouve isolée sur une plaque de verre et au milieu d'un air sec. L'expérience suivante démontre de la manière la plus évidente l'identité de l'action dans les deux cas :

Prenez un vase rempli d'eau pure, et provoquez de la part de cette eau l'étincelle électrique au moyen des deux conducteurs; l'étincelle s'échangera de la surface de l'eau aux deux conducteurs, mais jamais de l'un à l'autre si la distance est suffisamment grande. Or, si vous saupoudrez la surface de cette eau de limaille métallique, les traits de feu se trouveront échangés entre les deux conducteurs à travers la limaille, et ces traits de feu seront d'autant plus contournés et variés dans leur circonscription, que la décharge électrique désagrége les particules métalliques et les repousse dans tous les sens.

Ainsi, c'est à la vapeur d'eau condensée et à la pluie qui tombe toujours dans les orages, que les éclairs doivent leurs zigzags, la netteté de leurs contours et l'allongement du chemin qu'ils parcourent naturellement.

---

7. — SUR L'ÉLECTRICITÉ QUI SE DÉVELOPPE DANS LES CORPS ISOLÉS QUI SE DÉPLACENT, 3me publication du prof. VOLPICELLI. (*Giornale di Roma*, 28 novembre 1853.)

M. Volpicelli a pris une grande cloche de cristal disposée de manière à ce que les corps pussent s'approcher ou s'éloigner au dedans d'elle en étant isolés le mieux possible et sans subir *aucun frottement*. Chaque corps était mis en communication avec l'électromètre condensateur de Volta au moyen d'un fil de cuivre qui

traversait la cloche en étant isolé. Les corps consistaient en deux disques de cuivre et un de zinc, ayant chacun $0^m,05$ de rayon et $0^m,002$ d'épaisseur, l'un était fixe et isolé, sur la platine de la machine pneumatique, l'autre seulement isolé, pouvait être approché ou éloigné du premier par un mouvement *direct et vertical*.

Les résultats de cette expérience, répétée plusieurs fois par jour, les 22, 23, 25 et 26 novembre 1853 furent : 1° que dans le vide l'éloignement ou le rapprochement des corps est toujours accompagné d'électricité (la même chose arrive dans l'air); 2° que dans le vide, quand le disque a un mouvement vertical, l'électricité est *négative* par le rapprochement, et *positive* par l'éloignement; 3° que ces développements d'électricité se produisent dans les deux disques, soit qu'on les amène au contact, soit qu'on ne les y amène pas; 4° les manifestations sont plus intenses dans la cloche *vide* que dans la cloche *pleine d'air*; 5° que dans le cas des deux disques, l'un de cuivre l'autre de zinc, et en les amenant au contact les effets de l'*électrotisme* (*elettrotismo*), pour ainsi dire, déjà basé sur l'électricité voltaïque, ne se produisent pas; c'est-à-dire que le zinc fut toujours négatif par rapprochement et positif par éloignement avec contact, et il en fut de même du cuivre.

Il n'y a donc aucun doute que les corps, soit dans le vide, soit dans l'air, ne développent de l'électricité, qui n'est due ni à une *induction électro-statique*, ni à la plus ou moins grande liberté de la surface; et qui n'a pas non plus pour cause l'électricité atmosphérique. L'expérience est concluante parce que les éloignements et les rapprochements des corps entre eux se sont faits dans le vide, sans frottement, et sans nécessité du contact.

La nature de l'électricité ainsi développée suit différentes phases encore mal déterminées sur lesquelles M. Volpicelli reviendra bientôt. Il a reconnu avec son autre appareil (*Voyez plus bas la 4me publication*) que c'est dans le mouvement horizontal que se développe le maximum d'électricité, et que le minimum accompagne le mouvement vertical.

---

8. — SUR L'ÉLECTRICITÉ QUI SE DÉVELOPPE DANS LES CORPS ISOLÉS QUI SE DÉPLACENT, 4me publication du prof. VOLPICELLI.

Pour étudier l'électricité développée dans les corps, aussi bien isolés que possible, lorsqu'ils passent d'un lieu à un autre, j'ai employé avec succès un appareil qui consiste en un montant en bois AB (*fig.* 1 et 2[1]), bien solide; sa base GH repose sur quatre colonnettes de verre *p*, *q*, couvertes de cire. Le montant lui-même, vers son extrémité supérieure, est traversé, à angle droit, par un axe horizontal, *z*, *r* qui se joint à un cylindre de verre *gg*, rempli à l'intérieur de cire et enduit de cire également à l'extérieur. L'extrémité *a* de ce cylindre est traversée par une tige de verre ordinaire *mn*; cette dernière tige et le cylindre sont à angles droits entre eux. De la tige *mn* partent quatre autres tiges plus petites qu'elle, du même verre et toutes à angles droits avec elle; deux d'entre elles *mo* et *m'o'* sont terminées en anneau, et la troisième *sn* sert à soutenir un disque d'une substance quelconque que nous appellerons *le disque fixe*. Ces anneaux sont traversés par une autre tige *hh'* de verre également, bien droite et parallèle à la première tige *mn*. L'extrémité de droite de la tige *hh'* porte un disque *d* d'une substance quelconque que nous appellerons le *disque mobile*. La manivelle *zu* sert à donner un mouvement rotatoire au système, ainsi qu'à donner aux tiges *mn*, *hh'* l'inclinaison que l'on veut, position dans laquelle elles peuvent rester fixes, au moyen de la vis de pression *k*. Pour pouvoir employer avec succès cet appareil, où tout est disposé pour le meilleur isolement des disques, il faut que les pièces de verre soient d'abord desséchées, et qu'on enlève la couche d'humidité qui y adhère facilement. On arrivera aux résultats suivants :

1° Quelle que soit l'inclinaison des deux tiges, lorsque le disque *d* s'approche du disque *e*, il se développe en *d* de l'*électricité positive;* et si il s'éloigne il se développe de l'*électricité négative*. En enlevant le disque *e* et la tige *sn* les phénomènes sont les mêmes, c'est-à-dire qu'en avançant dans ce cas le disque *d* vers la

[1] Voyez la planche à la fin du cahier.

droite, en regardant la fig. 1 de manière à ce que le disque précède dans son mouvement la main qui le pousse en avant, il se développe de l'électricité *positive*, et, qu'au contraire, lorsque le disque marche vers la gauche en suivant la main qui le tire en arrière il s'y développe de l'électricité *négative*.

2° Dans tous les cas on recueille l'électricité développée, et on en détermine la nature, en établissant la communication du disque *d* avec un électromètre condensateur, au moyen d'un fil conducteur en cuivre *f* que l'on soutient, non pas par l'électromètre lui-même, mais un bâton de cire *c*.

3° De plus, on vérifiera facilement, avec cet appareil, qu'un disque *d* développera toujours de l'électricité *positive* pourvu qu'il marche vers la droite, et de l'électricité *négative* pourvu qu'il ait le mouvement contraire, et cela tant en s'éloignant qu'en s'approchant d'un autre disque dans chacun des deux mouvements. De là nous tirons la conclusion que la nature de l'électricité qui se développe dans les corps, qui se meuvent en suivant une ligne droite, comme dans le cas que nous avons indiqué, ne dépend pas du rapprochement ou de l'éloignement des corps entre eux, mais de la direction du mouvement. Je m'étendrai plus sur ce sujet dans une autre communication.

4° Si, au lieu du disque fixe *e* et de la tige *sn* qui le soutient, on place un simple électromètre à pailles, bien construit, on verra qu'en donnant au disque *d* un mouvement de *va et vient*, de manière à l'approcher et l'éloigner alternativement en suivant une direction rectiligne vers l'électromètre, les pailles s'écarteront et retomberont successivement. L'électromètre même manifestera l'électricité positive lors du rapprochement et l'électricité négative lors de l'éloignement.

5° Puisque les mouvements rectilignes horizontaux sont ceux qui développent la plus grande quantité d'électricité, j'ai placé horizontalement les tiges *hh'* et *mn*, et j'ai cherché à obtenir l'étincelle électrique de la manière suivante. J'ai pris une bouteille de Leyde *b*, très-petite (elle est représentée en grandeur naturelle *fig*. 3) et en tenant, au moyen d'un bâton de cire, le fil *f*, qui

communique au disque mobile *d*, j'ai avancé cent fois le disque *d* vers *e*, en prenant bien soin que la bouteille ne fut pas en contact avec le fil pendant le mouvement rétrograde du disque *d*; en outre on touchait le fil avec la main avant un nouveau rapprochement. Puis ayant porté la bouteille dans un endroit obscur en l'y déchargeant, j'ai obtenu l'étincelle en présence de plusieurs personnes. Ce phénomène s'obtient aussi en éloignant cent fois le disque *d* du disque *e*, et en observant alors les mêmes précautions.

6° J'ai voulu ensuite prouver que l'on pouvait reproduire le même phénomène de l'étincelle, en opérant de la même manière, en enlevant seulement le disque de la tige *sn*. Je l'ai obtenue, en effet, soit avec l'électricité positive, soit avec l'électricité négative suivant ce qui a été exposé dans le paragraphe 1er.

Le phénomène de l'étincelle ne se produit que lorsque l'atmosphère est sèche.

Comme le disque mobile *d* se trouve lié à l'extrémité de la tige *hh'* par le moyen de cire qui doit déborder d'une certaine quantité en dehors de la virole du disque lui-même, on n'a pas à craindre que l'électricité, toujours en petite quantité, qui se déveveloppe par le frottement de la tige sur les anneaux en verre *o*, *o'*, n'arrive au disque lui-même. En outre, il faut que le mouvement du disque mobile se fasse sans vibration, sans sauts, sans secousses, dans la tige *hh'* ; pour y parvenir il convient de recouvrir de papier convenablement disposé la moitié inférieure des anneaux sur laquelle la tige doit se mouvoir.

Dimensions de l'appareil.

Diamètre des disques. . . . . = $0^m,105$
Epaisseur des disques. . . . . = $0^m,015$
Longueur de la tige *mn*. . . . = $0^m,95$
Longueur que parcourt le disque. = *de* = $0^m,40$
Longueur de la tige *sn* = *om* = $0^m,15$

7 *décembre* 1853. P. VOLPICELLI.

Nous nous réservons de discuter plus tard, soit les expériences de M. Volpicelli, soit celles de M. Palagi. (*Réd.*)

CHIMIE.

9. — NOTICES MINÉRALOGIQUES, par M. A. DES CLOIZEAUX. (Extrait d'une lettre adressée à M. Marignac.)

Forme cristalline de la wöhlerite. Grâce à la complaisance de M. Saëmann, marchand de minéraux à Paris, qui a mis ses collections à la disposition de M. Des Cloizeaux, celui-ci a pu étudier et déterminer complétement les formes cristallines de cette espèce encore très-rare.

La forme primitive appartient au prisme rhomboïdal ou rectangulaire droit. Les cristaux offrent en général l'apparence de tables rectangulaires avec des modifications nombreuses, et dont quelques-unes dérivent de lois assez compliquées sur les arêtes des bases. Le prisme rhomboïdal primitif n'a pas été observé, mais on rencontre souvent les modifications produites sur les arêtes de la base de ce prisme.

Le calcul donne pour l'angle du prisme rhomboïdal :

$$MM = 108^\circ 56'.$$

Les inclinaisons principales données par le calcul, et s'accordant en général très-bien avec l'observation, sont les suivantes [1] :

P sur a^{10}	=	164°35′	P sur e^2	=	135°27′
— $a^{11}/_2$	=	153 23	— e^1	=	116 56
— $a^{11}/_4$	=	134 56	— $e^2/_3$	=	108 43
— $a^{11}/_8$	=	116 31	— h^1	=	90 0
— a^1	=	109 57	P sur $b^3/_2$	=	131 32
— h^1	=	90 0	— $b^1/_2$	=	106 27
h^1 sur $b^3/_2$	=	127 32	— $b^4/_{11}$	=	102 7
— $b^1/_2$	=	141 15	g^1 sur $b^3/_2$	=	115 48
— $b^4/_{11}$	=	142 43	— $b^1/_2$	=	123 53
			— $b^4/_{11}$	=	124 38

Il y a un clivage assez facile, quoique interrompu, parallèle au plan diagonal g^1. Le plan des axes optiques est parallèle à la base

[1] Les signes employés ont le même sens que dans le Traité de minéralogie de M. Dufrénoy.

P, en sorte qu'on ne voit pas d'anneaux colorés à travers les lames parallèles à cette face.

Forme cristalline de l'argent ioduré du Chili. M. Domeyko a décrit ce minéral comme cristallisant en prisme rhomboïdal modifié sur les arêtes aiguës. M. Des Cloizeaux a reconnu que sa forme dérive du prisme hexagonal régulier, et correspond presque exactement à celle de la greenockite (cadmium sulfuré). Ce fait est confirmé par l'observation d'un cristal transparent au moyen du microscope polarisant, qui a démontré l'existence d'un seul axe de double réfraction.

Les cristaux offrent le prisme hexagonal basé, et modifié sur les arêtes de la base par trois systèmes de facettes, suivant les lois b^2, $b^1/_2$ et $b^1/_4$, et faisant avec la base les angles suivants :

P sur $b^1/_4$ = 104°53′
— $b^1/_2$ = 118°
— b^2 = 154°49′.

Nouveau plomb vanadiaté du Pérou. Ce minéral se présente en cristaux octaédriques, offrant une grande analogie de forme avec la libéthénite. On peut les rapporter à un prisme rhomboïdal droit de 116°25′, terminé par un biseau obtus dont l'angle, voisin de 120°, ne peut être déterminé exactement à cause de profondes stries sur les faces qui le forment. Ils portent en outre de petites facettes, correspondant à des modifications sur les arêtes de la base, et faisant avec les faces du prisme rhomboïdal des angles de 147°35′.

Sa couleur varie du noir foncé au vert olive, avec un éclat bronzé et chatoyant. Dans la cassure il offre des zones de diverses couleurs, variant du jaune paille au brun rougeâtre et au noir; la poussière est brune. Sa densité est de 5,839, sa dureté comprise entre celles du calcaire et de la chaux fluatée. Au chalumeau, il fond avec réduction partielle en plomb entouré d'une scorie noire. Avec le borax, au feu de réduction, couleur verte ; l'addition de nitre fait paraître la couleur du manganèse. Avec le sel de phosphore, au feu de réduction, verre vert émeraude, devenant jaune orangé au feu d'oxydation. Il est soluble dans l'acide nitrique étendu.

Il est associé à du plomb phosphaté en petits prismes hexagonaux aciculaires sur une gangue siliceuse.

M. Damour a fait l'analyse de ce minéral, et a trouvé, comme moyenne de deux analyses :

Acide vanadique............	22,46
Oxyde plombique...........	54,70
Oxyde zincique.............	2,04
Oxyde cuivrique............	0,90
Oxyde ferrique.............	1,50
Oxyde manganeux..........	5,32
Eau......................	2,20
Chlore....................	0,32
Oxyde manganique insoluble...	6,00
Sable siliceux..............	3,44
	98,88

Ces résultats s'opposent à la réunion de cette substance avec aucun des deux vanadates de plomb actuellement connus. M. Damour la considère donc comme formant une espèce nouvelle pour laquelle il propose le nom de *Descloizite*.

---

10. — SUR LE METHPLUMBOÉTHYLE, par M. LÖWIG. (*Journal für prakt. Chemie*, tome LX, p. 304.)

Dans son mémoire sur les stannéthyles[1], M. Löwig annonçait que le plomb peut, de même que l'étain, se combiner avec l'éthyle en plusieurs proportions, pour former des radicaux composés correspondant entièrement, par leurs propriétés physiques et chimiques, aux stannéthyles. Depuis cette époque, ce savant professeur a été appelé à remplir une chaire de chimie à Breslau, et les occupations nombreuses nécessitées par son installation l'ont empêché de reprendre les travaux qu'il avait commencés à Zurich. Il se borne donc, pour le moment, à publier une notice sur l'un de ces radicaux qui se forme en plus grande quantité que les autres, et auquel il a donné le nom de methplumboéthyle, en sui-

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), 1852, tome XXI, page 319.

vant la nomenclature qu'il avait adoptée dans son précédent mémoire.

L'iodure éthylique est promptement et vivement attaqué par un alliage de six parties de plomb et d'une partie de sodium, préparé par l'union directe de ces deux métaux. La réaction étant terminée, on agite la matière avec de l'éther ; la dissolution éthérée, évaporée à l'abri du contact de l'air, laisse un mélange de plusieurs radicaux dont la séparation ne peut être effectuée, à cause de l'analogie de leurs propriétés physiques. Ces radicaux sont incolores, assez fluides, d'une odeur peu prononcées, tout à fait insolubles dans l'eau, mais très-solubles dans l'alcool et dans l'éther. Ils ne fument pas à l'air, mais ils peuvent brûler en produisant une épaisse fumée d'oxyde de plomb. Ils s'enflamment au contact de l'acide azotique concentré, et produisent une violente explosion en présence de l'iode, et surtout du brome.

Si on laisse évaporer au contact de l'air la dissolution alcoolique ou éthérée de ces radicaux, il se sépare une poudre blanche, amorphe, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, qui forme avec les acides des sels cristallisables, et il reste dans la dissolution une base soluble à réaction fortement alcaline, qui est l'oxyde de methplumboéthyle ($Pb^2 Ae^3$) O, ou ($Pb^2 C^{12} H^{15}$) O.

Le procédé le plus convenable pour obtenir cette base consiste à verser, dans la dissolution alcoolique des radicaux, une dissolution alcoolique d'azotate d'argent jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus d'argent métallique. La liqueur filtrée renferme alors l'azotate d'oxyde de methplumboéthyle. On l'agite avec une dissolution alcoolique de potasse, puis avec de l'éther; l'addition d'eau détermine ensuite la séparation d'une dissolution éthérée de l'oxyde qu'on retire ensuite, par la distillation de l'éther, sous la forme d'un liquide huileux qui se prend, au bout de quelque temps, en une masse cristalline.

Cette base est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther, elle l'est aussi un peu dans l'eau. Elle est volatile et détermine une fumée blanche lorsqu'on en approche une baguette mouillée d'acide chlorhydrique. Elle se volatilise par la chaleur en produisant une va-

peur blanche qui provoque de violents éternuements, propriété que possèdent également le radical et tous ses composés. Les dissolutions de cette base sont fort alcalines, et ont une saveur âcre et caustique, fort désagréable. La base elle-même a un toucher onctueux, comme la potasse, et attire rapidement l'acide carbonique de l'air; elle forme un hydrate contenant un équivalent d'eau [1].

Le carbonate $(Pb^2 Ae^3)$ O,CO^2, s'obtient sous la forme de petits cristaux brillants et durs, lorsqu'une dissolution alcoolique de la base est exposée au contact de l'air. Il est presque insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther. Il a une saveur brûlante, et se comporte comme un carbonate alcalin.

Le sulfate $(Pb^2 Ae^3)$ O,SO^3, s'obtient en versant de l'acide sulfurique étendu dans une dissolution alcoolique de la base, de manière à conserver un excès de celle-ci. Il se forme un précipité cristallin, blanc, brillant, qu'on lave avec de l'alcool puis de l'éther. Il est à peu près insoluble dans l'eau, dans l'alcool absolu et dans l'éther. Mais il se dissout facilement dans l'alcool contenant quelques gouttes d'acide chlorhydrique, sulfurique ou autre. On peut l'obtenir par cristallisation de ces dissolutions acides en assez gros cristaux octaédriques durs et brillants.

L'azotate $(Pb^2 Ae^3)$ O, Az O^5, se prépare en décomposant la dissolution alcoolique du radical par l'azotate d'argent. Il reste après l'évaporation de l'alcool, à l'état d'un liquide incolore, huileux, d'une odeur de beurre et d'une saveur brûlante, qui se prend, après quelque temps, en une masse cristalline, d'un toucher gras. Il est très-soluble dans l'alcool et l'éther, se décompose par la chaleur avec une faible détonation.

Le chlorure $(Pb^2 Ae^3)$ Cl, s'obtient en décomposant par le chlorure de baryum le sulfate dissous dans l'alcool à l'aide d'un peu d'acide chlorhydrique. La liqueur filtrée est agitée avec de l'éther, puis avec de l'eau qui sépare la dissolution éthérée du chlorure. Celui-ci demeure, après l'évaporation spontanée de l'éther, sous la forme de longues et belles aiguilles, très-brillantes,

[1] L'auteur ne dit pas s'il a obtenu la base anhydre. (R.)

très-solubles dans l'alcool et l'éther et qui dégagent par la chaleur une forte odeur d'huile de moutarde.

Le bromure (Pb^2 Ae^3) Br, se prépare à peu près comme le chlorure, mais en employant le sulfate dissous dans l'alcool à l'aide d'un excès d'acide sulfurique, et le décomposant par le bromure de potassium. Il se confond, par ses caractères extérieurs, avec le sel précédent.

Lorsqu'on essaie de préparer l'iodure par les mêmes procédés, on obtient une dissolution éthérée d'iodure de methplumboéthyle qui dépose par l'évaporation lente de belles lamelles jaunes d'iodure de plomb. Par une évaporation rapide, on obtient un liquide incolore, oléagineux, d'une odeur pénétrante, qui laisse aussi bientôt déposer de l'iodure de plomb. Si l'on distille ce composé avec de l'eau, l'iodure de plomb se sépare immédiatement, et il passe à la distillation, avec l'eau, un liquide fluide et incolore, qui ne subit plus aucune altération spontanée, et qui présente une odeur de moutarde très-pénétrante. L'analyse de ce produit conduirait à la formule (Pb^4 Ae^{12}) I^3.

---

11. — NOTICE SUR LES ACIDES NIOBIQUE, PÉLOPIQUE ET TANTALIQUE, par M. H. ROSE. (*Monatsbericht d. k. Akad. d. Wissenschaften*. Berlin, septembre et octobre 1853, p. 604.)

Dans de précédents mémoires, M. Rose a attiré l'attention sur les propriétés qui distinguent ces trois acides. Il a montré que l'acide pélopique et l'acide tantalique offraient de grandes analogies qui les rapprochaient l'un de l'autre, tandis que les caractères qui les séparaient tous deux de l'acide niobique étaient bien tranchés.

Des expériences subséquentes ont constaté que l'acide tantalique est réellement un acide particulier, distinct de l'acide pélopique, et que ce dernier et l'acide niobique, extraits tous les deux des colombites de Bavière et de l'Amérique septentrionale, présentaient des analogies remarquables et inattendues.

Anciennement M. Rose préparait ces deux acides en décompo-

sant par l'eau les deux chlorides correspondants. Mais la séparation n'était jamais complète, lors même qu'on transformât jusqu'à trente fois de suite les acides en chlorides, au moyen du chlore et du charbon, et qu'on décomposât les chlorides par l'eau.

Enfin après d'innombrables mais vains essais, M. Rose convertit en chloride, dans des circonstances particulières, une petite quantité d'acide niobique qu'il avait retiré d'un niobate sodique très-pur. Mélangé avec une très-grande quantité de charbon, cet acide fût exposé à un courant de chlore très-rapide et à une chaleur modérée en commençant. Cette expérience donna un résultat inattendu. L'acide niobique pur, au lieu de produire du chloride niobique blanc, donna naissance à du chloride pélopique jaune et d'une grande pureté que, depuis lors, M. Rose a toujours pu obtenir à volonté, en observant certaines précautions particulières qu'il a décrites dans son mémoire. En suivant une autre méthode, le même acide fournissait le chloride blanc.

La préparation de ces deux chlorides, prouve, par conséquent, qu'ils renferment le même métal, ainsi que les deux acides que l'eau en sépare.

Mais une fois formés, ces deux acides et les chlorides correspondants ne se laissent plus transformer l'un dans l'autre qu'à l'aide de certains artifices.

Jusqu'à présent l'oxygène de ces deux acides n'a pas pu être déterminé directement; mais le chloride jaune (chloride pélopique) renferme plus de chlore que le chloride blanc (chloride niobique), d'où il suit que l'acide pélopique doit contenir plus d'oxygène que l'acide niobique.

Cependant l'on ne réussit par aucun procédé, pas même par les agents oxydants les plus énergiques, ni directement ni indirectement, à convertir l'acide niobique en acide pélopique. Les deux acides donnent même au chalumeau des réactions différentes.

La chimie n'a jamais offert d'exemple d'une anomalie semblable.

Il paraît toutefois que, par un petit nombre d'agents désoxydants, l'on peut enlever un peu d'oxygène à l'acide correspondant au chloride jaune.

Le rapport qui existe entre l'oxygène des deux acides est tout à fait anomal, à en juger par les proportions de chlore que renferment les chlorides, et ne se retrouve que dans deux degrés d'oxydation du soufre.

Il n'est pas encore bien démontré que le chloride blanc ne renferme pas une certaine quantité d'oxygène, et doive être considéré comme un acichloride. Cependant la quantité d'oxygène est si faible, qu'on peut espérer pouvoir réussir à préparer ce chloride sans trace d'oxygène.

Quoi qu'il en soit, comme l'acide pélopique et l'acide niobique sont des degrés d'oxydation du même métal, il faut se borner, pour ce dernier, à un seul nom, et M. Rose s'est décidé à conserver celui de niobium. Le degré d'oxydation le plus élevé de ce métal est par conséquent l'acide niobique, qui s'obtient au moyen du chloride aune dont il présente la composition et qui avait été appelé jusqu'à présent acide pélopique.

---

12. — Sur un bromure d'hydrogène carboné et un bromure de carbone, extraits des eaux mères des salines de Schœnebeck, par M. M. Hermann. (*Journal für pr. Chemie*, tome VI, p. 284.)

Les salines de Schœnebeck livrent aux fabriques de produits chimiques des eaux mères qui renferment 0,069 p. 100 de brome.

M. Hermann a soumis ces eaux mères à quatre évaporations ultérieures entre 70° et 74° pour en séparer autant de chlorures que faire se peut, puis il en a chassé le chlore par l'acide sulfurique à une température inférieure à 126°, de manière à retenir le brome.

Après ce traitement 84 livres du résidu ont produit 4 livres de brome par la distillation avec 40 livres d'acide manganique et 60 livres d'acide sulfurique. Pendant cette opération, le flacon laveur retient avec l'eau qui passe à la distillation, un liquide huileux noir rougeâtre qui occupe le fond du flacon, et qui renferme en dissolution une proportion notable de brome. Lavée avec de la potasse, cette huile se sépare en deux couches, dont la plus légère est une

dissolution de brome dans du bromure potassique. La couche inférieure s'obtient incolore en l'agitant avec une lessive de potasse jusqu'à ce que la réaction devienne alcaline. Pour achever de la purifier et la dessécher on la met en contact pendant plusieurs jours et à l'abri de la lumière, avec de la baryte sèche et du chlorure calcique.

M. Hermann a obtenu ainsi une huile très-fluide, incolore, d'une odeur éthérée et douceâtre, d'une saveur brûlante, et dont la pesanteur spécifique est 2,548 à 3°,1 C. Cette huile produit sur le papier une tache de graisse persistante; elle brûle avec une flamme fuligineuse, et entre en ébullition à 118°, mais le point d'ébullition ne tarde pas à s'élever par suite d'une décomposition. L'analyse par combustion a fourni 6,59 de carbone, 0,58 d'hydrogène et 92,82 de brome, ce qui correspond à la formule $C^2 H Br^2$ ($C = 75$, $H = 12,48$, $Br = 999,62$.)

Lorsqu'on fait passer cette huile goutte à goutte sur des fragments de verre chauffés au rouge, elle produit du charbon, des cristaux colorés, une huile noir rougeâtre, de l'acide bromhydrique et des gaz inflammables.

L'huile noire n'est autre chose que l'huile primitive colorée par du brome. Les cristaux peuvent être obtenus à l'état incolore en les dissolvant dans l'éther ou l'essence de térébenthine, et faisant cristalliser. Ce sont des prismes clinorhombiques, qui fondent avant de sublimer, subliment entre 120° et 130°, et dont la composition est représentée, suivant l'analyse et les calculs de l'auteur par la formule $C^4 Br$.

Pour se rendre compte de la formation du bromure d'hydrogène carboné par la distillation des eaux mères avec l'oxyde manganique et l'acide sulfurique, M. Hermann a cherché à séparer de l'eau mère une matière organique. Par un traitement convenable, il a obtenu des flocons bruns ressemblant à l'humine et qui, par la distillation avec du brome, de l'acide sulfurique et de l'oxyde manganique ont produit un liquide brun qui avait l'odeur du bromure huileux décrit plus haut.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

13. — SUR LES PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES ET SUR CEUX QUI DÉPENDENT DES GLACES DES CÔTES DU DÉTROIT DE DAVIS ET DE LA MER DE BAFFIN, par M. P.-C. SUTHERLAND, chirurgien des expéditions arctiques. (*Quart. J. of Geol. Society*, IX, p. 296.)

Malgré quelques descriptions du Groënland, faites surtout par les voyageurs danois, nos connaissances sur ce grand pays sont très-limitées. Cela vient de l'extrême difficulté que présente l'exploration de la côte occidentale. Aussi les documents suivants ne sont-ils pas à négliger quoiqu'ils soient des observations isolées plutôt qu'un tableau général et suivi de la constitution de ce pays.

Au cap Farewell on trouve des roches cristallines (granit, gneiss, etc.) formant une côte ardue et accidentée, découpée par de larges fiords dans lesquels la marée est rapide et les eaux profondes. Cette côte est garnie d'un amas d'îles de grandeurs variées, rangées devant l'escarpement du plateau glacé qui forme le Groënland continental. A la pointe méridionale de l'île Disco on retrouve des roches granitiques sur lesquelles reposent les roches trappéennes qui constituent le reste de l'île. Elles présentent une multitude de montagnes plus ou moins coniques qui s'élèvent de 2 à 5000 pieds. On y trouve aussi du lignite en quantité considérable. La localité a été visitée par le voyageur danois, M. Rink. La formation trappéenne paraît s'étendre jusqu'au cap York (latitude 76°). Cependant il y a quelques exceptions, et les îles qui bordent la côte sont composées de granit et de gneiss.

Au nord du cap Atholl, dans le district de Wolstenholme, on trouve la petite île plate de Saunder, qui présente une apparence distinctement stratifiée, et qui est le commencement d'une nouvelle formation. A l'Omenak septentrional, on voit des grès schisteux en couches alternant avec des roches trappéennes porphyroïdes. Un peu au nord du cap Alexandre, et à l'entrée du détroit de Smith, les couches sont empilées d'une manière si singulière qu'on a donné à cette localité le nom de falaise du Palais de cristal.

L'auteur a encore examiné beaucoup de localités de la côte orientale de la mer de Baffin, tels que la baie de Granville, le détroit de Booth, la cap Parry, la baie de Bardin, le cap Saumarez, etc., on y voit, en général, des roches stratifiées, traversées quelquefois par des roches éruptives.

Quant à la côte occidentale de la baie de Baffin, elle était inabordable de la pointe Victoria (près du 80e degré) jusqu'au détroit de Jones. Il est probable qu'elle est formée de roches cristallines. Il en est de même des deux rives du détroit de Jones, des îles Cobourg et de la côte orientale du Devon septentrional.

Sur la rive méridionale du détroit de Lancaster on a reconnu la présence de roches cristallines du cap Walter Bathurst, jusqu'au détroit de Cumberland. Il est probable qu'elles s'étendent encore plus loin. Il y a cependant quelques exceptions, telles que celle du cap Durban où l'on a trouvé du charbon, de Kingaïte, où se trouve des roches de trapp, et les îles du détroit de Cumberland où l'on trouve du graphite. A l'ouest de cette grande étendue de roches cristallines l'on voit un immense espace occupé par les roches siluriennes qui sont peut-être la continuation de celles de l'Amérique septentrionale. Les travaux de MM. Jameson et König, et ceux plus récents de M. Salter (*Voyez ci-après*) ont fait connaître des fossiles siluriens provenant du Sommerset et de la Georgie et du Devon du nord, recueillis par les vaisseaux qui, depuis trente ans, explorent ces régions. Mais on trouve également dans ces contrées d'autres formations, sur la terre de Cornwallis et dans l'île Beechey dans le détroit de Barrow, on voit des dépôts contenant des coquilles des mers arctiques qui se rencontrent jusque dans les parties les plus élevées des terres de ces régions, savoir à environ 1000 pieds au-dessus de la mer. Sur les plages soulevées du district silurien de la Georgie septentrionale, on trouve des matériaux erratiques tels que l'anthracite des roches de trapp, du quarz, de la serpentine, du gneiss et du granit. Mais ils sont en fragments si petits qu'ils ont été évidemment transportés par l'action de la glace de côte avant que le sol eût son élévation actuelle.

Sur le côté groënlandais du détroit de Davis on voit, au con-

traire, une immense quantité de blocs erratiques de granit et de gneiss placés sur les îles et sur la côte, qui y ont été apportés par les glaces flottantes avant le soulèvement de la côte à sa hauteur actuelle. La cause de la différence dans ces deux actions de la glace sera expliquée plus tard.

L'auteur confirme, mais sans ajouter de détails, les observations du Dr Pingol et du capitaine Graah sur la côte occidentale du Groënland, dont le sol s'abaisse graduellement à l'époque actuelle.

La description des glaces et de leurs différents modes d'agir occupe longuement l'auteur. Il commence par remarquer que dans les environs du cap Farewell, les fiords se prolongent tellement dans l'intérieur des terres qu'aucune glace flottante ne peut parvenir des grands glaciers terrestres, dans le détroit de Davis. Celles que le navigateur rencontre dans ces parages proviennent d'une autre source.

A mesure que l'on remonte au nord, et que la moyenne de la température s'abaisse, les glaciers se rapprochent de la côte, et à la baie Melville (75° latitude), ils présentent l'aspect d'un mur de glace sans rupture sur une longueur de 70 à 80 milles.

Pour avoir une idée exacte de ce qu'est le Groënland, nous devons nous représenter un continent dont les côtes sont bordées de nombreuses îles, mais qui ailleurs présentent dans toutes les directions des plaines de neige et de glace à perte de vue. Les promontoires des rochers de la côte, qui sont peut-être des îles, laissent entre eux des espaces par lesquels les énormes accumulations de glace cherchent lentement leur passage à la mer, et chaque année les montagnes de glace s'en détachent et viennent encombrer et refroidir l'Océan. L'épaisseur de la glace dans ces espaces libres est d'environ 1200 à 1500 pieds, dont environ un huitième (150 pieds) est au-dessus de l'eau. Mais dans quelques vallées ces glaciers atteignent 2400 pieds d'épaisseur. On sait que les Esquimaux de la baie du sud-est (Disco 68° latitude) se servent, pour la pêche des mois d'hiver, de lignes de 300 fathoms (550 mètres environ), pour atteindre le fond au pied des glaciers. Les glaces qui tirent la plus grande profondeur d'eau se trouvent dans

la baie du sud-est et dans celle du nord-est, mais celles qui présentent la masse cubique la plus considérable se trouvent dans la baie Melville.

Au cap York (lat. 76°), les glaciers qui s'avancent dans la mer ne s'élèvent pas à plus de soixante pieds, quoiqu'ils paraissent être le prolongement des énormes glaciers de la baie Melville. Lorsque la falaise est élevée, ils chutent et se brisent avant d'arriver à la mer, comme on peut le voir aussi au cap Fitzroy, au cap Bowen, à la baie Pond (côte occidentale de la baie de Baffin), où la glace présente une épaisseur d'au moins cinquante pieds, et où elle est placée à deux cents pieds au-dessus du niveau de la mer. Quoique l'auteur ait visité plusieurs centaines de milles de côtes coupées par des glaciers, ces localités sont les seules où il ait vu leur puissance sous le rapport du frottement.

Il est difficile d'expliquer pourquoi les montagnes de glace qui viennent des glaciers et des régions au nord du cap York, ainsi que du côté occidental du détroit de Davis, présentent en général des dimensions moins grandes que celles que l'on rencontre ailleurs. Il est probable que cela tient à la configuration du sol. Sur la côte occidentale entre Victoria head et le détroit de Jones, quoique la terre paraisse complétement enveloppée de glace, les glaces flottantes qui s'en détachent ne sont pas grandes.

Au sud du détroit de Jones il n'y a pas d'accumulation considérable de glace comme sur la côte opposée et sur le bord plus septentrional du Groënland, quoique dans les deux localités le sol présente les mêmes caractères généraux, en voici la raison : Les courants d'air venant du sud, qui arrivent dans la première de ces localités, sont moins chargés de vapeurs après avoir traversé un grand espace de terre que ceux qui parcourant la surface de l'Océan dans la même direction vont, en traversant le détroit de Davis, contribuer à l'augmentation des glaciers du Groënland.

Mais il est moins facile d'expliquer la complète absence des glaciers dans la région silurienne à l'ouest du détroit de Lancaster. Pourquoi la neige et la pluie tombant sur les terres, les îles et les côtes des environs du détroit de Barrow peut-elle se rendre à la

mer, sous forme d'eau courante, chaque année, pendant deux mois et demi (moitié de juin, juillet et août), tandis qu'elle forme des glaces sur les côtes du détroit de Davis? C'est un problème qui doit attirer l'attention des physiciens. Il faut encore remarquer que la température annuelle des environs du détroit de Barrow est de plusieurs degrés plus basse que sur les côtes du détroit de Davis placées à la même latitude, et que même à l'île Melville la température annuelle est d'environ trois degrés plus basse qu'au détroit de Volstenholme, qui est environ à deux degrés de latitude plus au nord. La solution de ce problème se trouve dans les extrêmes de température.

On sait que la mer exerce une puissante influence sur les climats, en les tempérant et en diminuant les extrêmes de température, l'été du détroit de Barrow doit donc être plus chaud que celui du détroit de Davis. En effet, le mois de juillet 1851 a été de trois degrés plus chaud à la terre Cornwallis que celui de l'année précédente dans la portion orientale du détroit de Davis. Cette différence est petite, il est vrai, mais si on remarque que la structure du sol et la moins grande quantité de vapeur pendant l'hiver agissent dans le même sens, on doit trouver dans ces causes réunies le vrai motif de la grande extension des glaciers dans une localité et de leur absence dans l'autre.

Les faits signalés par MM. Forbes et Agassiz dans les glaciers des Alpes se retrouvent dans les glaciers du Groënland. On y voit des moraines qui prennent différentes formes, comme dans les Alpes, suivant la rapidité du glacier, l'action du soleil, etc. On reconnaît dans les glaces de ce pays certaines particularités de la glace des Alpes, des crevasses, etc. Les grandes irrégularités de la surface des glaciers du nord seraient dues, suivant l'auteur, à des différences de température de la glace dans les différentes parties du glacier plutôt qu'à l'influence du sol.

Les glaciers du nord, comme ceux des Alpes, se meuvent en descendant. Dans les Alpes ils atteignent des régions très-éloignées des champs de neige où ils prennent naissance. Dans le Groënland, après être arrivés à la mer en suivant les vallées, ils continuent à

s'avancer et se mettent à flotter, alors ils donnent naissance à des montagnes de glace qui ont parfois des dimensions énormes. Le flux et le reflux ont une grande force pour détacher ces masses, et leur action se fait sentir lors même que la mer est couverte d'une nappe de glace à plusieurs lieues à la ronde. Lorsque les vents changent dans le courant de l'été, les eaux s'accumulent dans le détroit de Davis à une hauteur qu'elles n'atteignent jamais dans le reste de l'année, et ce grand mouvement des eaux détache de nombreuses glaces flottantes; aussi, d'une saison à l'autre, certaines régions de ces mers présentent-elles des aspects tout à fait différents.

Il paraîtrait que c'est à l'action forte est puissante des glaciers sur le fond de la mer qu'est due la présence, dans le détroit de Davis, des algues qui y flottent vers le milieu et la fin de l'été. Ces algues ne se voyent jamais au commencement de la saison, elles ne paraissent qu'après que les glaciers se sont avancés, et qu'ils les ont détachées du fond de la mer par leur frottement. Dans leurs racines on voit encore certaines coquilles dont la présence a été reconnue des deux côtés du détroit entre deux et deux cents fathoms de profondeur. Ce sont des ascidiens, cirrhipèdes, échinus, mya, saxicava, cardium, pecten, etc. Nous ne pouvons avoir d'autres renseignements sur l'action sous-marine des glaciers, mais il est évident qu'ils doivent frotter et polir les roches dures, repousser et accumuler sous forme de moraines les rochers meubles.

On sait que les glaces flottantes charrient immensément de matériaux, ce qui les leur fournit le plus habituellement ce sont les rochers qui dominent les glaciers; mais quelquefois cependant elles en arrachent soit aux falaises à pic qui dominent la mer en les frottant, soit au fond de la mer. La glace de côte qui se forme par empilement et qui contient beaucoup de matériaux leur en fournit aussi. On peut calculer d'après la pesanteur spécifique des roches et celle de la glace, la quantité de matières que les glaces flottantes peuvent transporter, on trouve qu'une montagne de glace ayant un demi-mille de largeur, un mille de longueur et 200 pieds au-dessus de l'eau, peut transporter 140 millions de tonnes

de pierres. Elles en sont quelquefois tellement chargées qu'on les prend pour des masses uniquement formées de terre, et on en a vu qui charriaient des blocs pesant 100 tonnes

La glace de côte est également un agent qui peut exécuter de puissants charriages. Lorsque le fond de la mer près de la côte est formé de matières meubles, et que les glaces sont poussées à la côte par le vent, elles élèvent des moraines ayant une assez grande hauteur; puis la glace se formant et les marées la soulevant, ces débris sont entraînés au loin. On sait, par le récit d'autres voyageurs, que cette action a lieu sur une grande échelle à l'embouchure des grands fleuves qui, de l'Amérique et de la Sibérie, viennent se jeter dans les mers arctiques.

Dans le voyage du capitaine Inglefield on a observé que la température de la mer décroît de quelques degrés en allant de l'est à l'ouest dans le détroit de Davis, ce qui explique pourquoi, durant une grande partie de l'année, le bord oriental de ce passage est dépourvu de glace tandis que le côté occidental en est encombré. On a aussi remarqué que la densité de l'eau allait en diminuant en s'approchant du cap Farewell et en remontant le détroit au nord. Le courant qui entre dans ce détroit est plus salé que celui qui en sort, ce qui est en rapport avec la densité de l'eau.

Il est évident que les montagnes de glace qui charrient des matériaux, les laissent tomber peu à peu dans le fond de la mer sur leur passage, et si, par une raison quelconque, elles sont successivement arrêtées dans une même localité, l'accumulation sous-marine sera grande. Le *Riscoll bank* sur la côte du Groënland paraît avoir cette origine.

L'auteur, en terminant, s'occupe des êtres organisés dont les débris sont enfouis dans les sables de la mer et dans le terrain de transport. Il remarque que l'on trouve beaucoup de formes microscopiques dans la boue fine qui couvre une grande partie du fond du détroit de Davis et à la surface de la glace elle-même, ainsi qu'à celle de l'eau lorsque la glace est fondue. Ces formes sont si abondantes qu'elles y constituent des couches continues. Les petites vagues brisent ces couches et les arrangent sous forme de globules

arrondis qui, tombant au fond de l'eau, doivent créer à la longue une couche analogue à celle du tripoli de l'Ile de France ou d'autres localités. Dans les matières de transport on doit trouver des ossements de baleines d'ours, de loups, de renards et de tous les animaux qui fréquentent ces parages et qui périssent souvent à une grande distance des côtes.

---

14. — On Arctic..... Sur les fossiles des régions arctiques, par M. W. Salter (*Quart. Journ. of Geolog. Society*, IX, page 312.)

Les expéditions faites dans les régions arctiques en 1850—51 ont rapporté un nombre fort considérable de fossiles. Les côtes du détroit de Barrow, celles de l'île du Prince-Régent avaient déjà été examinées par le capitaine Parry et décrites par MM. Jameson et König, des fossiles de l'île du Prince-Léopold avaient été rapportés dans le lest des vaisseaux du capitaine Ross et décrit dans le manuel de M. Austed. D'autres échantillons ont été rapportés par le capitaine Anstin de la baie de l'Assistance, du cap Riley, des îles Beechey, Griffith et Sommerville, ainsi que du cap Walker. Le capitaine Penny et le docteur Sutherland ont également rapporté des fossiles de ces parages éloignés. Parmi eux les suivants se retrouvent en Europe : *Halysites catenulatus*, *Favosites Gothlandica*, *F. polymorpha*, *Atrypa reticularis*, *Pentamerus conchidium*. Les autres fossiles sont nouveaux. En considérant la ressemblance générale des fossiles rapportés de ces régions avec ceux du terrain silurien supérieur, l'absence de plusieurs des genres caractéristiques du terrain silurien inférieur, la prédominance des coraux et l'identité de quelques-uns de ces fossiles avec ceux du terrain silurien supérieur, l'auteur n'hésite pas à les ranger tous dans ce dernier terrain. Dans l'énumération de ces fossiles on compte des crustacés, des mollusques, des radiaires, etc., en tout quarante-sept espèces, dont plusieurs sont figurées dans le journal du docteur Sutherland.

L'auteur rappelle, en terminant, que ce terrain silurien est en

contact dans l'île Melville avec des grès et des charbons accompagnés de la flore carbonifère. On a indiqué du lignite à l'île Byam-Martin, et des dépôts pleistocènes, contenant les coquilles des mers arctiques dans l'île Beechey et la terre Cornwallis, atteignant 500 pieds d'élévation au-dessus de la mer.

15. — SUR QUELQUES BRACHIOPODES DU TERRAIN DEVONIEN DE LA CHINE, par M. Th. DAVIDSON. (*Quart. J. of Geol. Society*, tome IX, p. 353.)

Nous venons de voir, dans l'article précédent, que certains fossiles siluriens d'Europe avaient été retrouvés dans les terrains examinés par les explorateurs des régions arctiques. Voici maintenant un nouvel exemple de l'énorme étendue occupée à la surface de la terre par quelques êtres vivants dans les premiers âges du monde.

Dans une collection qui a été envoyée de Chine au *British Museum*, et qui a été examinée par M. Davidson, sur huit espèces, appartenant au terrain devonien qui y ont été retrouvées, sept sont les mêmes que celles trouvées en Europe, à Fergues et à Néhou, en France, en Belgique ou dans l'Eifel.

Ce sont les suivants : *Spirifer disjunctus*, Sow. ; *Cyrtia Murchisoniana*, de Kon. ; *Productus subaculeatus*, Murch. ; *Crania obsoleta*, Goldf. ; *Spirorbis omphalodes ?* Goldf. ; *Cornulites epithonia ?* Goldf., et *Anlopora tubæformis*, Goldf.

Ces coquilles proviennent de Kwang-si, localité du midi de la Chine, où elles sont appelées Shih-een. Elles sont employées dans la médecine chinoise. On a trouvé dans la collection quelques dents se rapportant à des rhinocéros, hippotherium, ours, etc.

Les huit espèces de coquilles décrites et figurées dans ce travail, réunies aux deux rapportées il y a quelques années par M. Itier, et décrites par M. de Koninck, constituent tout ce que nous connaissons des terrains devoniens chinois.

---

16. — PAYS SALÉ DU MINNESOTA. (*Annual of Science discovery.* Boston, 1853; page 283.)

Il n'y a probablement dans le monde aucune région plus riche en sel que celle qui se trouve dans le Minnesota. Ce territoire, dont la richesse agricole est reconnue, ne sera pas moins productif pour les exploitations minérales, et parmi les minéraux, le sel prédomine. La région qu'il recouvre s'étend du 47me au 49me degré de latitude nord, et du 97me au 99me degré longitude ouest. On avait déjà reconnu sa position lors de l'expédition du major Long, en 1822—23.

La première indication relative à la région salée a été donnée par un soldat de l'expédition. Il disait qu'il avait voyagé pendant plusieurs jours au travers de vastes plaines mouvantes, ne présentant ni arbre, ni eau; la troupe et les chevaux souffraient beaucoup, quand tout à coup l'expédition arriva sur le bord d'un beau lac, ayant environ un mille et demi de diamètre. Il était profondément enfoncé au-dessous de la plaine. Il avait l'apparence d'un vaste égout circulaire. Lorsqu'on était à une certaine élévation, on voyait une masse blanche ressemblant sur son bord à un banc de neige, mais en approchant l'on reconnut que c'était une incrustation de sel aussi pure et aussi blanc que la neige. Les eaux de ce lac sont salées au plus haut degré, tellement que peu de minutes après s'y être baigné on est recouvert de cristallisation de sel blanc.

Si cette région salée est réellement aussi riche qu'on le croit, on a le projet de créer un chemin de fer pour y conduire.

Cette source de richesse, non encore exploitée, est probablement plus considérable et plus durable que celle des régions aurifères placées au delà des montagnes rocheuses. On assure également qu'à une fort petite distance au-dessous de la surface du sol on trouve le sel en roche formant des couches semblables à celles de la houille ou du calcaire.

BOTANIQUE.

17. — Asa Gray ; Plantæ Wrightianæ, part. 2, broch. in-4°. (Extrait des *Smithsonian contributions*). Washington, 1853.

La première partie de ses *Plantæ Wrightianæ*, publiée en 1852, contenait la description d'espèces recueillies par Wight dans le Texas, en 1849 ; celle-ci contient une autre série d'espèces du même voyageur, recueillies en 1851 et 1852, entre le Texas, le Nouveau-Mexique et la province de Sonora. Dans ces deux publications, M. A. Gray ne dépasse pas la famille des Composés, en suivant de l'ordre du *Prodromus*. En d'autres termes, il s'arrête au point où en est la grande Flore des Etats-Unis, qu'il publie avec M. Torrey.

Dans la seconde partie des plantes de Wight, on remarque un genre nouveau de Crucifères (Dryopetalum), un de Celastrinées (Glossopetalum), un grand nombre d'espèces nouvelles de Légumineuses, un genre nouveau de Cucurbitacées (Sicyosperma), trois genres et une grande quantité d'espèces nouvelles de Composées. Le mémoire renferme quatre planches.

Les Nyctaginées du même pays ont fait l'objet d'un mémoire spécial de M. A. Gray, inséré en 1853 dans l'*American Journal of Science*.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1858.

Le 3, gelée blanche.
» 28, à 1 h. 30 m., halo solaire.

Température du Rhône :

1re décade,	+ 7°,54
2me »	+ 6°,74
3me »	+ 4°,44
Mois	+ 6°,15

Maximum, le 2 + 8°,5. Minimum, le 30 + 1°,8.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi.
	millim	millim	millim	millim.											mm			pouces.
1	729,83	728,57	727,09	726,85	- 1,4	- 1,2	- 1,0	- 1,7	- 2,3	- 0,6	0,91	0,85	0,79	0,84	»	NNE. 1	0,93	21,0
2	727,57	727,52	727,52	728,12	- 2,4	- 0,4	+ 1,1	- 2,1	- 3,5	+ 3,7	0,87	0,81	0,81	0,96	»	variab.	0,37	21,0
3	728,99	728,84	728,31	728,81	- 5,0	+ 5,1	+ 3,2	- 1,5	- 5,4	+ 5,9	1,00	0,40	0,75	0,96	»	S. 1	0,50	21,0
4	729,55	729,05	728,07	728,56	- 0,9	- 0,8	- 0,6	- 0,8	- 1,5	+ 0,5	1,00	0,99	1,00	1,00	»	SO. 1	1,00	21,0
5	728,55	728,56	727,85	727,95	- 1,7	- 1,2	- 0,8	- 0,8	- 2,1	- 0,4	1,00	1,00	1,00	1,00	»	SO. 1	1,00	20,0
6	727,68	727,40	726,83	727,27	- 1,4	- 0,1	+ 0,4	- 0,1	- 2,3	+ 0,6	1,00	1,00	0,97	1,00	»	variab.	1,00	20,0
7	727,55	727,24	726,85	726,99	- 0,8	+ 1,2	+ 1,2	+ 0,2	- 1,5	+ 1,7	0,98	0,81	0,88	0,96	»	variab.	1,00	20,0
8	726,55	726,59	726,27	726,84	- 1,2	+ 0,5	+ 1,0	- 0,6	- 1,6	+ 1,8	0,95	0,90	0,85	0,92	»	N. 1	0,95	20,0
9	726,26	725,95	725,55	725,85	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,9	+ 0,7	- 0,7	+ 1,1	0,91	0,82	0,85	0,81	»	NNE. 2	1,00	20,0
10	726,06	726,10	725,80	726,19	- 0,4	- 0,2	- 0,1	- 0,7	- 0,7	+ 1,1	0,81	0,8[illegible]	0,77	0,81	»	N. 1	1,00	20,5
11	726,79	726,91	727,20	727,98	- 0,4	+ 0,9	+ 1,4	+ 0,8	- 1,0	+ 1,5	0,91	0,82	0,77	0,87	»	NNE. 1	1,00	20,5
12	728,25	727,15	725,50	724,55	+ 0,8	+ 0,9	+ 0,9	0,0	- 0,8	+ 1,5	0,88	0,86	0,85	0,98	»	NNE. 1	1,00	20,5
13	722,74	721,52	718,50	716,27	- 0,3	+ 1,6	+ 1,9	+ 0,6	- 1,1	+ 2,9	0,96	0,75	0,88	0,90	»	variab.	0,91	19,0
14	705,[illegible]7	704,85	705,55	705,61	- 0,2	+ 1,8	+ 2,0	+ 0,4	- 1,0	+ 3,5	0,98	0,72	0,86	0,94	0,1	variab.	0,94	18,0
15	705,25	704,85	706,48	709,06	+ 0,2	+ 1,1	+ 2,7	+ 1,6	- 0,2	+ 3,5	1,00	0,98	0,86	0,81	7,5	SO. 1	0,99	17,0
16	714,66	715,12	715,79	716,43	- 0,5	+ 1,5	+ 1,2	+ 2,0	- 2,0	+ 2,8	0,86	0,72	0,81	0,66	»	SSO. 1	0,89	17,0
17	717,50	718,06	718,47	72[illegible],11	+ 2,6	+ 3,6	+ 1,1	+ 0,5	- 0,8	+ 3,8	0,73	0,64	0,93	0,80	»	SSO. 2	0,99	17,0
18	719,72	718,79	717,97	717,92	- 0,1	+ 4,2	+ 1,6	- 2,0	- 3,3	+ 6,0	0,69	0,46	0,72	0,73	»	variab.	0,26	17,0
19	717,11	717,59	718,41	719,40	- 2,6	- 1,6	- 2,0	- 1,9	- 3,6	- 1,4	0,96	0,86	1,00	1,00	3,5	SO. 1	1,00	17,0
20	719,85	720,70	720,42	721,69	- 0,9	+ 1,0	0,0	- 1,2	- 2,1	+ 1,6	0,98	0,84	0,87	1,00	1,1	variab.	0,98	18,0
21	721,80	720,75	719,55	719,58	- 1,1	0,0	+ 0,3	- 0,2	- 1,8	+ 0,8	0,99	0,93	0,94	0,91	»	variab.	1,00	18,0
22	719,85	720,49	720,55	720,98	- 1,5	- 0,1	+ 0,1	- 0,4	- 2,2	+ 0,2	0,94	0,96	0,82	0,85	»	N. 2	0,99	18,0
23	720,18	719,11	718,56	718,65	- 1,6	- 1,6	- 1,6	- 1,9	- 2,5	- 0,8	0,90	0,80	0,78	0,82	»	variab.	1,00	17,0
24	720,29	721,07	721,54	725,60	- 3,0	- 2,6	- 5,0	- 3,5	- 4,0	- 2,0	0,79	0,83	0,85	0,87	»	NNE. 2	1,00	17,0
25	725,05	726,02	726,70	728,12	- 4,4	- 4,0	- 4,0	- 6,0	- 5,5	- 3,6	0,92	0,85	0,85	0,91	»	NNE. 1	1,00	18,0
26	726,14	724,91	724,68	725,11	- 5,5	- 4,7	- 4,7	- 5,3	- 5,6	- 4,3	0,98	0,94	0,95	0,95	»	NE. 1	1,00	18,0
27	724,79	725,99	725,13	721,69	- 7,4	- 7,1	- 7,8	- 9,4	- 9,8	- 5,3	0,94	0,88	0,90	0,99	»	SSO. 1	0,87	17,5
28	718,57	718,30	718,57	719,01	- 8,3	- 4,7	- 6,6	- 6,6	- 9,0	- 3,9	1,00	0,80	0,80	0,99	0,8	S. 1	0,88	17,0
29	721,21	721,85	722,51	724,09	- 9,1	- 8,3	- 8,0	- 8,0	- 9,4	- 6,1	0,97	0,84	0,80	0,87	»	NNE. 2	0,98	17,5
30	727,27	726,54	725,04	725,36	- 9,5	- 8,0	- 8,6	-10,5	-15,4	- 5,0	0,90	0,85	0,80	0,84	»	variab.	0,63	[illegible]
31	722,03	722,57	722,49	725,20	- 7,6	- 2,0	- 4,4	-10,3	-13,3	- 0,6	1,00	0,72	0,80	1,00	»	SSO. 1	0,20	[illegible]

Moyennes du mois de Décembre 1853.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	727,69	727,86	728,11	727,52	727,04	727,01	727,20	727,32	727,38
2e »	717,40	717,56	718,12	717,55	717,06	717,23	717,48	717,70	717,80
3e »	722,30	722,47	722,81	722,31	721,98	722,10	722,40	722,49	722,40
Mois...	722,46	722,63	723,01	722,46	722,02	722,11	722,36	722,50	722,52

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 1,64	− 1,49	− 0,62	+ 0,35	+ 0,59	+ 0,53	− 0,26	− 0,72	− 0,82
2e »	− 0,36	− 0,14	+ 0,62	+ 1,50	+ 1,88	+ 1,08	+ 0,12	+ 0,06	− 0,23
3e »	− 5,16	− 5,33	− 4,53	− 3,92	− 3,70	− 4,39	− 5,19	− 5,53	− 5,52
Mois...	− 2,48	− 2,42	− 1,60	− 0,79	− 0,51	− 1,04	− 1,89	− 2,18	− 2,30

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	3,94	3,89	3,97	3,88	4,03	4,11	4,09	4,05	4,00
2e »	4,06	4,06	4,05	3,86	4,14	4,24	3,96	4,00	4,02
3e »	2,96	2,92	2,98	2,98	2,91	2,85	2,77	2,81	2,76
Mois....	3,63	3,60	3,65	3,56	3,67	3,70	3,58	3,59	3,57

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,96	0,94	0,91	0,84	0,83	0,86	0,91	0,93	0,92
2e »	0,91	0,90	0,84	0,76	0,79	0,85	0,86	0,87	0,89
3e »	0,94	0,94	0,90	0,85	0,82	0,84	0,88	0,91	0,89
Mois . .	0,94	0,93	0,88	0,82	0,82	0,85	0,88	0,90	0,90

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	− 2,16	+ 1,54	0,85	0,0	20,4
2e »	− 1,59	+ 2,57	0,90	12,0	18,1
3e »	− 6,94	− 2,78	0,87	0,8	17,4
Mois....	− 3,67	+ 0,34	0,87	12,8	18,6

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,22 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 7°,5 E. et son intensité est égale à 9 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1853.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Décembre : 830mm, répartie comme suit :

	mm
le 1er	60
le 12	15
le 13	30
le 14	170
le 15	230
le 16	15
le 17	40
le 20	10
le 21	80
le 24	30
le 28	30
le 31	50

Le 1er Décembre, à 3 h. du soir, la température a baissé de 9 degrés dans l'espace de 10 minutes, au moment où le brouillard, poussé par le vent du NE est arrivé sur le col.

Jours du mois	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMETRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s.			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	564,04	563,25	560,91	562,58	- 2,0	- 1,5	-10,8	-14,0	-14,8		72	78	76	88	6,0	NE. 3	0,44
2	563,14	564,15	564,56	564,83	- 7,0	- 6,6	- 6,0	- 5,3	-10,7		90	92	88	90	»	SO. 2	0,78
3	564,88	565,02	564,75	564,69	- 5,2	- 3,5	- 3,0	- 5,7	- 6,2		92	85	84	88	»	SO. 1	0,00
4	564,61	564,53	563,90	564,05	- 4,9	- 3,3	- 4,7	- 5,4	- 7,0		76	72	67	72	»	NE. 1	0,00
5	563,52	563,46	563,39	563,33	- 5,9	- 5,4	- 4,8	- 7,3	- 8,7		73	77	76	74	»	NE. 1	0,00
6	562,66	562,36	562,39	562,51	- 8,2	- 5,4	- 7 8	- 8.5	- 9,5		92	90	90	91	»	SO. 1	0,00
7	561,99	561,78	561,57	561,41	- 9,0	- 7,5	- 9,5	- 8,8	-11,0		88	82	81	81	»	NE. 1	0,00
8	560,11	560,42	560 01	560,16	- 9,9	- 6,9	-10,6	-10,7	-10,9		77	78	77	76	»	NE. 1	0,00
9	559,34	559,51	559,39	559,99	-10,5	- 8,4	- 8,5	- 9,0	-12,0		91	91	87	88	»	SO. 2	0,28
10	560,59	559,80	559,92	560,05	- 7,3	- 5,4	- 7,5	- 7,7	- 9,6		91	87	87	90	»	SO. 1	0,72
11	560,81	561,06	561,22	561,99	- 8,3	- 8,3	- 7,9	- 8,7	-10,0		89	90	87	90	»	SO. 2	0,82
12	563,24	562,93	562,23	561,76	- 9,0	- 7,7	- 8,5	- 9,0	-10,0		89	91	89	88	1,2	SO. 2	1,00
13	560,44	559,81	558,13	556,74	- 9,5	- 9,2	- 8,9	- 9,5	-10,3		90	87	92	90	2,8	SO. 2	0,93
14	549,03	546,69	545,00	544,40	-10,3	- 9,7	-10,4	-12,5	-13,2		92	87	88	89	14.4	SO. 2	1,00
15	544,11	545,62	546,33	547,51	-14,0	-10,9	-12,2	-11,5	-14,5		92	91	92	92	16,9	SO. 1	0,96
16	549,24	550,00	550,42	551,57	-12,7	-10,4	-12,1	-12,5	-13,9		88	86	87	86	1,1	SO. 1	0,57
17	552,61	552,62	552,71	552,73	-11,7	- 5.4	-11,4	-12,0	-15,0		87	90	85	85	3.5	SO. 1	0,91
18	552,06	552,32	552,78	553,01	-17,0	-14,0	- 9,8	- 7,8	-18,8		81	83	77	80	»	NE. 1	0,11
19	553,22	553,91	554,49	555,05	-10,0	-11,8	-11,2	- 9,9	-13,5		88	92	91	93	»	SO. 1	0,53
20	555,94	556,19	556,55	557,45	- 8,9	- 7,0	- 8,2	- 8,0	-12,0		92	90	90	92	0,8	SO. 1	0,54
21	557,52	556,88	555,97	555,38	- 9,5	- 7,5	- 8,6	- 8,7	-10,9		93	84	90	90	7,2	SO. 1	0,80
22	553,66	554,32	554,62	555,12	- 9,5	- 9,5	-10,2	-10,5	-11,5		87	87	86	85	»	NE. 1	0,42
23	553,36	552,28	551,95	551,75	-11,2	-10,3	-12,0	-12,4	-17,0		84	84	84	83	»	NE. 1	0,12
24	552,77	553,63	554,47	555,81	-12,8	-10,7	-11,2	-11,5	-15,0		88	89	87	86	2,6	SO. 1	0,83
25	557,56	558,37	558,86	559,52	-13,5	-12,7	-14,2	-14,3	-15,5		93	92	91	91	»	SO. 1	0,28
26	559,27	558,65	558,01	557,89	-12,2	- 9,0	-11,4	-12,4	-15,6		84	88	86	86	»	SO. 1	0,00
27	554,69	553,23	552,28	551,26	-13,6	-13,7	-18,2	-20,5	-20,9		80	80	78	76	»	NE. 2	0,12
28	547,67	547,18	547,53	547,70	-20,7	-20,5	-21,1	-21,7	-22,0		83	81	83	87	2,7	NE. 3	0,93
29	548,43	548,82	549,50	550,77	-23,0	-21,7	-24,0	-24,2	-25,0		83	80	81	80	»	NE. 2	0,62
30	553,97	554,22	554,04	553,80	-21,0	-19,5	-19,0	-19,0	-25,5		78	82	83	75	»	NE. 2	0,00
31	551,89	552,21	552,50	552,52	-19,7	-18,0	-17,9	-21,0	-21,6		82	81	77	74	4,4	NE. 1	0,44

Moyennes du mois de Décembre 1858.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	562,44	562,49	562,75	562,43	562,10	562,08	562,25	562,36	562,45
2e »	553,89	554,07	554,40	554,11	553,97	553,99	554,11	554,22	554,36
3e »	553,42	553,71	554,06	553,62	553,38	553,61	553,76	553,77	553,76
Mois ...	556,48	556,66	556,97	556,62	556,38	556,46	556,61	556,68	556,76

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	- 7,05	- 6,99	- 6,65	- 5,39	- 5,16	- 7,32	- 7,88	- 8,21	- 8,56
2e »	-10,77	-11,14	-10,32	- 9,44	- 9,15	-10,06	-10,33	-10,14	-10,29
3e »	-14,95	-15,15	-14,72	-13,92	-14,11	-15,25	-15,47	-16,02	-15,67
Mois...	-11,06	-11,23	-10,70	- 9,72	- 9,62	-11,02	-11,36	-11,61	-11,64

Hygromètre.

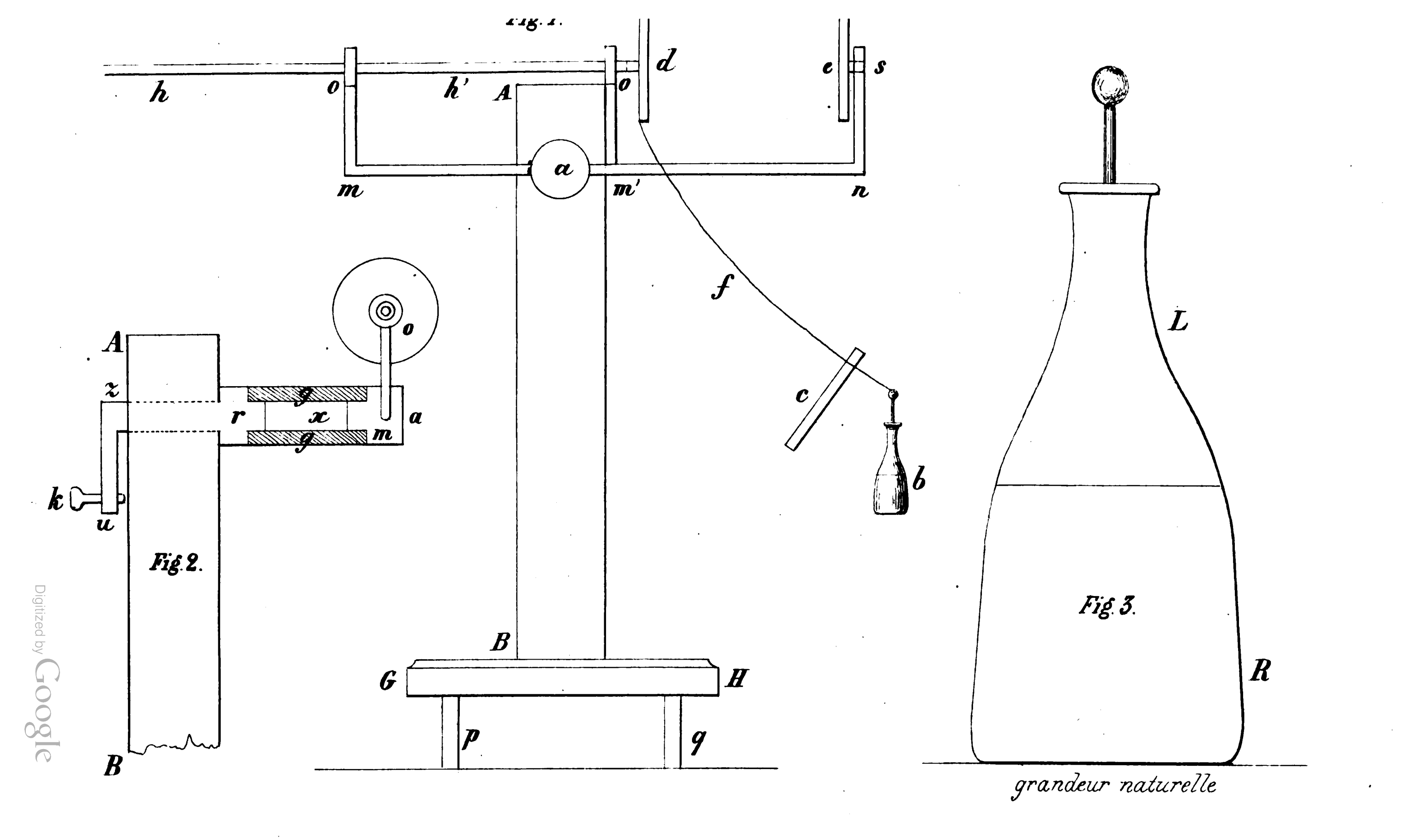
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	83,7	84,2	84,9	83,2	81,1	81,3	83,2	83,8	85,8
2e »	89,9	88,8	90,2	88,7	87,3	87,8	88,8	88,5	87,7
3e »	84,7	85,0	84,9	84,4	83,9	84,2	83,0	83,0	83,4
Mois...	86,1	86,0	86,6	85,4	84,1	84,4	84,9	85,0	85,6

	Therm. min	Ther. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	-10,04	--	0,22	6,0
2e »	-13,12	--	0,74	40,7
3e »	-18,23	--	0,41	16,9
Mois...	-13,94	--	0 46	63,6

Dans ce mois, l'air a été calme 7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 23 sur 100


Fig. 1.
h
o
h'
A
o
d
e
s
a
m
m'
n
f
c
b
B
G
H
p
q
Fig. 2.
A
z
r
x
g
g
m
a
o
k
u
B
Fig. 3.
L
R
grandeur naturelle

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

Théorie générale des phénomènes dus au pouvoir magnétique. (Extrait du tome Ier du *Traité d'électricité théorique et appliquée* de M. le prof. A. de la Rive [1].)

Nous avons annoncé dans le numéro de janvier de la *Bibliothèque Universelle*, la publication du premier volume du *Traité d'électricité théorique et appliquée* de M. le professeur de la Rive. En reproduisant la préface de ce volume, nous avons exposé le plan que l'auteur a suivi dans ce traité, mais nous ne sommes entrés dans aucun détail scientifique sur la manière dont ce plan a été réalisé, ayant voulu nous borner, dans la partie générale de ce journal, à un coup d'œil jeté sur l'ensemble de l'ouvrage. Nous venons ici combler cette lacune en faisant connaître aux lecteurs des *Archives* quelques-uns des points les plus saillants de ce premier volume, et, en particulier, une théorie toute nouvelle des phénomènes auxquels donne naissance le pouvoir de l'aimant.

Ce premier volume se compose de trois parties; la pre-

[1] *Traité d'électricité théorique et appliquée*, par A. de la Rive, tome Ier, in-8°. Paris, 1854, chez Baillière et Cherbuliez.



mière, qui sert d'introduction, renferme une exposition générale des phénomènes électriques, et la description des principaux instruments nécessaires à connaître pour l'étude de ces phénomènes. La seconde est consacrée à l'électricité statique; elle contient, dans un chapitre spécial, une exposition complète des nouveaux phénomènes d'induction électro-statique découverts par Faraday et de la théorie qu'en a déduite cet illustre physicien. La troisième partie qui, à elle seule, forme les trois quarts du volume, a pour objet le magnétisme et l'électro-dynamique. Nous y avons remarqué une description détaillée des expériences récentes de Weber destinées à compléter les travaux d'Ampère sur la théorie qui fait rentrer l'action des aimants dans celle des courants électriques, et à asseoir cette théorie sur des bases expérimentales qui la mettent hors de toute contestation. Les phénomènes de l'aimantation, et en particulier leur liaison intime avec les phénomènes moléculaires sont exposés avec beaucoup de soin et de détails. Il en est de même de ceux de l'induction et du magnétisme de rotation à l'occasion desquels les recherches récentes de Matteucci, ainsi que les travaux plus anciens mais non moins importants de Dove et de plusieurs autres physiciens sont énumérés et décrits d'une manière complète. Mais de tous les chapitres de cette troisième partie, celui qui nous paraît offrir le plus d'intérêt est le chapitre intitulé : *De l'action du magnétisme sur tous les corps.* M. de la Rive y expose successivement les belles recherches de Faraday, de Plucker et de E. Becquerel sur le diamagnétisme et sur la polarisation circulaire magnétique; ainsi que les différentes théories qui ont été données de ces phénomènes. Il insiste plus particulièrement sur celle de la polarité diamagnétique dans laquelle on

admet que la différence entre les corps magnétiques et les diamagnétiques consiste en ce que ces derniers prennent sous l'influence de l'aimant des pôles de même nom que ceux de l'aimant qui agit sur eux, au lieu de prendre, comme les corps magnétiques, des pôles de nom contraire. Puis il termine par un paragraphe intitulé : *rapprochement entre les divers phénomènes dus au pouvoir magnétique, et théorie générale de ces phénomènes*, paragraphe que nous reproduisons textuellement plus loin.

Remarquons encore que ce premier volume est enrichi de notes finales consacrées à des développements théoriques et mathématiques de quelques points trop spéciaux pour être traités dans le corps de l'ouvrage d'une manière suffisamment étendue. Parmi ces notes nous avons particulièrement remarqué celle qui a pour objet l'exposition des importants travaux physico-mathématiques d'Ampère sur la théorie des courants électriques et des aimants. L'auteur a réussi, en simplifiant les calculs du savant français, à mettre à la portée du plus grand nombre des physiciens, cette admirable théorie de l'électro-dynamique, qui fait dire avec raison à M. de la Rive, en terminant l'exposition qu'il en donne, qu'Ampère a été le Newton de l'électricité. Voici maintenant le morceau sur le pouvoir magnétique, qui termine le chapitre sixième de la troisième partie, soit le dernier du premier volume du Traité.

« Longtemps réduite à n'être qu'une action spéciale, ne s'exerçant que sur un très-petit nombre de corps, l'action de l'aimant est maintenant universelle, c'est-à-dire que tous les corps sont susceptibles de l'éprouver. Il est vrai qu'elle se manifeste sous diverses formes, mais ces

formes elles-mêmes sont liées entre elles et se rattachent à un principe général ; c'est ce que nous allons chercher à établir. Mais, auparavant, nous devons rappeler que l'action de l'aimant est identique à l'action qu'exercent extérieurement au circuit qu'ils parcourent des courants électriques fermés ; c'est ce qui est maintenant généralement admis par tous les physiciens, car cette identité repose à la fois sur des preuves mathématiques et sur des preuves expérimentales, et, en particulier, sur ce que les deux genres d'action peuvent dans tous les cas, se substituer l'un à l'autre, pour produire dans les mêmes circonstances les mêmes effets.

« Les formes diverses sous lesquelles se manifeste l'action de l'aimant ou celle des courants électriques fermés peuvent être ramenés à quatre principales :

« 1° Action sur les corps magnétiques, qui consiste dans une attraction une force directrice, conséquence de cette attraction, avec une polarité magnétique ;

« 2° Action sur les corps diamagnétiques, qui consiste dans une répulsion et une force directrice, conséquence de cette répulsion, mais sans polarité magnétique sensible ;

« 3° Action sur les corps transparents, solides et liquides, qui consiste dans la propriété qu'ils acquièrent sous l'influence de cette action, de faire tourner, d'un angleplus ou moins grand, le plan de polarisation d'un rayon polarisé qui les traverse ;

« 4° Action sur tous les corps très-bons conducteurs, qui consiste dans le développement de courants instantanés chez ces corps, dits courants d'induction.

« Si nous cherchons à découvrir les propriétés communes et caractéristiques, d'une part des corps magnétiques, d'autre part des corps diamagnétiques, nous trou-

vous que les premiers sont ceux qui, sous le même volume, renferment le plus grand nombre d'atomes chimiques, et les seconds ceux qui en renferment le moins. Cette loi, déjà signalée pour les corps magnétiques quand on ne comptait que le *fer*, le *nickel* et le *cobalt* parmi les métaux magnétiques, s'est trouvée acquérir une confirmation et une généralisation remarquables, depuis que Faraday a ajouté à la liste de ces métaux le *manganèse*, le *chrome*, le *titane*, le *cerium*, le *palladium*, le *platine* et l'*osmium*. En effet, tandis que les trois premiers métaux renferment sous le même volume 230 atomes, les sept suivants 170, les métaux diamagnétiques, tels que l'*or* et l'*argent*, n'en renferment que 150, l'*antimoine* et le *plomb*, 85, et le *bismuth* seulement 74[1]. Deux métaux font seuls exception, le *cuivre*, qui renferme 230 atomes, et le *zinc* 170; mais ces deux métaux sont d'excellents conducteurs de l'électricité, tandis que tous les autres métaux des deux mêmes catégories, qui sont magnétiques, sont de très-mauvais conducteurs. Il paraîtrait donc que le pouvoir magnétique serait une fonction directe du nombre des atomes renfermés sous le même volume, et inverse de la conductibilité électrique; c'est pourquoi l'*or* et l'*argent* seraient également diamagnétiques, et non magnétiques; ils sont, en effet, avec le cuivre et le zinc, les meilleurs conducteurs de l'électricité, et ils ne renferment d'ailleurs que 150 atomes sous le même volume, au lieu de 230 et de 170.

« Les corps diamagnétiques seraient donc ceux qui renferment, sous le même volume, le plus petit nombre d'atomes, ou qui, s'ils en renferment beaucoup, sont très-

[1] On a pris, pour calculer ces nombres, les poids atomiques déduits des chaleurs spécifiques.



conducteurs de l'électricité. Il est à remarquer que ces derniers sont très-peu diamagnétiques, par conséquent très-près de la limite, et que même, comme nous le verrons plus loin, ils peuvent, dans certaines circonstances, devenir magnétiques. Mais un point important à signaler, c'est le rapport qui existe entre le diamagnétisme des corps et leur pouvoir rotatoire magnétique. C'est par erreur que les divers physiciens qui se sont occupés de ce sujet, ont regardé ces deux propriétés comme indépendantes l'une de l'autre; M. Faraday avait bien, dès l'origine de ses recherches, saisi cette dépendance, et ce n'est pas sans raison qu'après avoir découvert que l'influence du magnétisme faisait tourner le plan de polarisation dans un prisme de verre pesant, il trouva que ce prisme se dirigeait équatorialement entre les pôles de l'électro-aimant.

« Voici donc les rapports qui lient l'une avec l'autre ces deux propriétés. Le premier c'est que la position que prend le corps diamagnétique pour se soustraire à l'action de l'aimant, c'est-à-dire la position équatoriale, est celle où ce corps ne possède plus de pouvoir rotatoire magnétique, en supposant que le rayon polarisé le traverse toujours dans le sens de sa longueur. Le second, c'est que toutes les circonstances qui augmentent dans le même corps le pouvoir rotatoire magnétique, augmentent également son pouvoir diamagnétique. Ainsi, M. Wiedemann a démontré que la rotation du plan de polarisation est proportionnelle à l'intensité du courant ou de l'aimant qui agit sur la substance, et nous avons vu d'un autre côté que le diamagnétisme est également proportionnel à cette intensité. On sait que les cristaux ont un pouvoir rotatoire magnétique très-faible; or, leur diamagnétisme l'est

également par l'effet de leur constitution moléculaire, qui les fait diriger quelquefois axialement au lieu d'équatorialement. Le troisième rapport c'est que les substances qui, par leur nature, ont le plus de diamagnétisme sont aussi celles qui exercent l'action rotatoire la plus forte sur le plan de polarisation, et réciproquement, plus une substance est magnétique, moins cette action est prononcée. Ce fait ressort déjà des expériences de M. E. Becquerel et de celles de M. Bertin. Ainsi le pouvoir rotatoire et le diamagnétisme de l'eau étant l'un et l'autre 10, le chlorure de magnésium a 16 pour pouvoir rotatoire, et 12 pour diamagnétisme; le sulfure de carbone 29,3 et 13,3; le chlorure de calcium 16 et 11,6. Quant aux corps magnétiques, le sulfate de nickel a 13,55 pour pouvoir rotatoire, et 21,60 pour magnétisme; le protochlorure de fer étendu 9,45 et 92, et le protochlorure de fer concentré 3 et 658. Le fait observé par M. Mathiessen, que, lorsqu'un verre contient un métal magnétique, mais en assez petite quantité pour que sa transparence n'en soit pas trop altérée, la rotation augmente avec son épaisseur, n'est point en opposition avec la règle que nous venons de poser, car ici le corps qui agit sur la lumière n'est point le cristal magnétique, mais le verre; et le métal ne sert qu'à transmettre dans l'intérieur du verre la puissance magnétique émanée des pôles par lesquels il est lui-même aimanté. J'ai soumis moi-même un très-grand nombre de substances liquides à l'action de l'électro-aimant pour déterminer leur diamagnétisme relatif, au moyen d'une balance de torsion, au fil de laquelle étaient suspendus des tubes d'un verre très-mince et très-blanc, rempli successivement des divers liquides, et j'ai constamment trouvé que l'ordre de leur pouvoir diamagnétique était le même

que celui de leur pouvoir rotatoire magnétique. Les nombres exprimant les deux pouvoirs ne sont pas, il est vrai, proportionnels, mais cela n'est point étonnant, car, vu la forme si différente des deux phénomènes qui manifestent l'action de l'aimant sur la substance, il est impossible d'admettre que les deux résultats soient la même fonction des forces mises en jeu dans cette double action.

« Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit précédemment sur l'induction ; nous nous bornons à rappeler que son intensité est une fonction de la conductibilité des corps pour l'électricité, et qu'elle dépend, par conséquent, à la fois de leurs dimensions et du pouvoir plus ou moins conducteur de leurs particules.

« Après avoir ainsi analysé les phénomènes qui sont dus à l'action de l'aimant, et avoir cherché à établir les rapports et les différences qui existent entre eux, il nous reste à chercher une théorie qui les fasse rentrer dans un même principe général.

« Le premier point que je tiens à constater, c'est que le diamagnétisme n'est point un magnétisme relativement plus faible. J'ai déjà combattu cette opinion qui assimile le diamagnétisme au magnétisme, opinion qui avait conduit forcément M. E. Becquerel à admettre que le vide est magnétique, et qu'il l'est plus qu'un très-grand nombre de corps ; je n'y reviendrai donc pas ; seulement j'ajouterai que jamais on n'a trouvé dans les corps diamagnétiques, quand ils sont sous l'influence de forts aimants, de traces de pôles tels qu'ils devraient en prendre si ces corps sont réellement doués de magnétisme.

« Il est vrai, d'un autre côté, qu'on a cru leur avoir trouvé des pôles contraires à ceux qu'ils devraient avoir d'après la théorie de M. E. Becquerel, c'est-à-dire des

pôles de même nom que les pôles magnétiques les plus rapprochés d'eux, ce qui ferait que le diamagnétisme semblerait être l'antagonisme du magnétisme. Nous avons déjà exposé les expériences par lesquelles Poggendorff, Reich et Weber croyaient avoir démontré que les aimants déterminent dans les corps diamagnétiques une polarité homonyme à la leur. Nous avons vu que ces expériences pouvaient recevoir une autre interprétation, et qu'en particulier, leurs effets étaient essentiellement dus à la production de courants d'induction autour de la surface des métaux soumis à l'influence des électro-aimants ou simplement à celle des courants fermés. Mais Weber a repris de nouveau le sujet et est parvenu à des résultats qui semblent effectivement favorables à l'idée de la polarité diamagnétique. Dans ce travail, où il discute avec un soin remarquable tous les phénomènes magnétiques et diamagnétiques, il est amené, en attribuant les premiers à des courants moléculaires préexistants autour des particules et mobiles seulement avec elles, selon la théorie d'Ampère, à faire dépendre les seconds de l'existence, dans l'intérieur des corps, de fluides électriques mis à l'état de courant par une cause extérieure puissante, telle que les pôles d'un électro-aimant. Dans ce cas, les courants ne préexisteraient pas et ne seraient pas liés d'une manière indissoluble aux particules, comme dans le cas des corps magnétiques. Mais il est toujours conduit, par sa théorie, à admettre une polarité diamagnétique inverse de la polarité magnétique. Deux séries d'expériences lui semblent prouver l'existence de cette polarité. Dans la première, une longue hélice est placée verticalement entre les deux pôles d'un aimant en fer à cheval très-léger, et suspendu délicatement à un fil de soie vertical fixé par son extrémité in-

férieure au milieu d'une traverse qui unit, près de la partie coudée, les deux branches parallèles de l'aimant, lequel se trouve dans un plan horizontal. Quand l'hélice est traversée par le courant, tout est symétrique de part et d'autre; l'aimant ne bouge pas, les deux pôles étant également ou attirés ou repoussés par l'hélice, suivant le sens du courant qui la traverse ; mais si l'on fait mouvoir un cylindre de bismuth dans l'intérieur de l'hélice, on observe, en partant de la position où le milieu du cylindre est dans le plan de l'aimant, que, si on l'élève, l'aimant se meut dans un sens, et que, si on l'abaisse, il se meut dans l'autre, ce qui semble indiquer deux pôles opposés aux extrémités du cylindre. Avec un fil de fer substitué au bismuth, on observe le même mouvement, mais dans un sens contraire. Mais ce qu'il y a de singulier, c'est qu'un mouvement semblable, presque aussi fort, a lieu quand on fait mouvoir le bismuth dans l'hélice, sans que celle-ci soit traversée par un courant électrique ; seulement le mouvement a une direction opposée ; il est plus fort quand on élève le bismuth que quand on l'abaisse, ce qui est l'inverse quand l'hélice est traversée par le courant électrique. Il est évident que, dans ces expériences, le bismuth éprouve une modification dans ses rapports magnétiques ou électro-dynamiques, par le fait qu'il est entouré de courants électriques ; cela n'est point étonnant, puisque, s'il était transparent, cette modification serait accusée par la rotation du plan de polarisation. Cet ensemble d'expériences semble prouver, en effet, que cette modification consiste dans la production d'une polarité telle que la conçoit Weber. Cependant, comment expliquer l'action du bismuth quand il n'est pas entouré de courants électriques ? Dans ce cas, il devrait repousser également les deux

pôles de l'aimant mobile, et celui-ci ne devrait, par conséquent, avoir aucun mouvement. Enfin, pour être bien certain que les courants d'induction ne jouent aucun rôle dans cette nouvelle forme donnée à ses expériences, Weber aurait dû employer d'autres métaux que le bismuth, et montrer que les effets obtenus sont moindres avec des métaux moins diamagnétiques.

« La même observation s'applique, et avec plus de raison encore, à la seconde série des expériences de Weber. Dans cette série, on a deux hélices concentriques et bien isolées l'une de l'autre; l'extérieure est traversée par un courant électrique, l'intérieure est mise, par ses deux extrémités, en communication avec un galvanomètre, et un cylindre de bismuth s'y meut intérieurement. On a eu soin de tourner la moitié des spires de cette hélice intérieure dans un sens contraire à celui de l'autre moitié, de façon que les effets d'induction produits par l'introduction successive de deux pôles magnétiques différents puissent s'ajouter. L'expérience est conduite de manière qu'un commutateur mette le bismuth en mouvement en même temps qu'il change les communications de l'hélice avec le galvanomètre, de façon que les courants d'induction cheminent tous dans celui-ci, suivant la même direction, et que leurs effets s'ajoutent par conséquent. On obtient ainsi une série de courants induits, accusés par leur action sur le galvanomètre, et en remplaçant la tige de bismuth par un fil de fer, on en obtient également, mais dirigés, dans les mêmes circonstances, en sens contraire. On pourrait peut-être faire à M. Weber l'objection que la présence du cylindre de bismuth doit modifier l'action de l'hélice extérieure sur l'intérieure, et, par conséquent, expliquer le développement des courants accusés par le galvanomètre. Il aurait

fallu, soit dans cette série d'expériences, soit dans la première, que M. Weber employât non-seulement des métaux différents du bismuth, mais aussi des métaux tirés en fils fins et formant des faisceaux, pour comparer leurs effets à ceux de métaux semblables formant des cylindres pleins; seule manière de bien distinguer les effets dus à la polarité de ceux qui proviennent de courants d'induction développés à la surface des masses introduites dans l'hélice.

« Le fait de la polarité diamagnétique nous paraît toutefois assez bien établi par les nouvelles recherches de M. Weber, quoiqu'il ait encore contre lui quelques faits négatifs, tels en particulier que ceux récemment signalés par M. Matteucci. Ce physicien a construit quatre hélices parfaitement semblables, qu'il a disposées verticalement aux quatre angles d'un plateau de bois carré; une aiguille astatique était délicatement suspendue au milieu des quatre hélices, et l'appareil était construit de façon qu'aucun mouvement n'était produit sur l'aiguille quand une décharge ou une série de décharges passaient dans les hélices. Il suffisait de remplir l'intérieur des deux hélices, placées à l'extrémité de l'une des diagonales, d'un mélange de cire et de très-petites quantités de colcotar (oxyde de fer), pour obtenir des effets très-marqués au moment où la décharge passait. En remplaçant les cylindres magnétiques par des cylindres de bismuth, on n'a jamais obtenu le moindre mouvement de l'aiguille astatique. Cependant le pouvoir diamagnétique du bismuth était très-supérieur au pouvoir magnétique des mélanges de cire et de colcotar; ce qui semble prouver que le diamagnétisme n'est pas le résultat d'une polarité de même genre que la polarité magnétique. M. Matteucci a également constaté qu'en employant des corps diamagnétiques non conducteurs, tels que le phos-

phore, le soufre, l'acide stéarique, au lieu de métaux, on ne produit aucun effet d'induction ni dans un sens, ni dans un autre. Nous verrons plus loin que les faits intéressants observés par M. Matteucci ne sont pas en opposition avec l'existence dans les corps diamagnétiques d'une espèce particulière de polarité.

« M. Faraday n'admet point la polarité diamagnétique; nous avons déjà dit qu'il regarde l'action exercée par l'aimant sur les corps magnétiques et diamagnétiques comme les résultats de forces émanées des pôles des aimants, selon certaines directions qu'il appelle *lignes de force*, et dont l'ensemble constitue le champ magnétique. La présence d'un corps dans ce champ magnétique modifie les directions des lignes de force : si le corps est magnétique, il concentre les lignes de force ; s'il est diamagnétique, il les fait diverger. Cette modification, apportée dans la distribution auparavant uniforme de ces lignes de force, donne naissance aux mouvements attractifs pour les corps magnétiques, et répulsifs pour les diamagnétiques. M. Faraday a fait une étude détaillée du champ magnétique et de la direction des lignes de force, dont la distribution de la limaille de fer, autour et entre les pôles des aimants, donne une idée assez exacte. Nous avons déjà vu qu'il a réussi à employer l'induction pour démontrer l'égalité et la distribution de ces lignes de force dans le champ magnétique. Il résulte en effet des expériences que nous avons rapportées dans le chapitre de l'induction que, à quelque distance de l'aimant qu'on coupe ces lignes, le courant d'induction perçu par le fil en mouvement qui les coupe, a la même intensité ; ce qui prouve que la force magnétique a une valeur définie, et que, pour les mêmes lignes de force, cette valeur demeure la même à toutes les distances de

l'aimant; la convergence ou la divergence des lignes, non plus que l'obliquité plus ou moins grande de l'intersection, n'amenant aucune différence dans le montant de leur puissance. L'étude de la partie interne de l'aimant conduit à reconnaître que les lignes de force y ont aussi une puissance définie et parfaitement égale à celle des lignes extérieures, qui n'en sont que la continuation, et cela, quelle que soit la distance, qui peut être infinie, à laquelle elles sont prolongées.

« Il ne faut pas perdre de vue que M. Faraday exprime, par les termes de lignes de force magnétique, la puissance de la force de polarité magnétique, et la direction suivant laquelle elle s'exerce. Si le champ magnétique est composé de forces égales et également distribuées, comme on l'obtient facilement avec un électro-aimant en fer à cheval, il suffit de placer une sphère de fer ou de nickel dans ce champ pour occasionner immédiatement une perturbation dans la direction des lignes de force. Les forces ne sont pas seulement concentrées, mais contournées ou modifiées dans leur direction par les sphères métalliques introduites; elles éprouvent une convergence sur les faces opposées d'une sphère magnétique, et une divergence correspondante sur les côtés opposés d'une sphère diamagnétique. C'est cette propriété que M. Faraday exprime par les mots de *conductibilité de polarité* (*conduction polarity*). La température diminue le pouvoir que les corps possèdent d'affecter la direction des lignes de force, et même le leur fait perdre complétement à un certain point. C'est ce qu'on peut constater en remarquant qu'une petite aiguille aimantée, longue de trois millimètres, qui se plaçait toujours parallèlement aux lignes de force dans les différents points du champ magnétique, change d'abord de direction près

des sphères de fer ou de nickel, puis reprend son parallélisme, quand on chauffe à une température suffisante ces deux sphères. L'oxygène de l'air, qui, en vertu de ses propriétés magnétiques, doit modifier la direction des lignes de force du magnétisme terrestre, perd en grande partie aussi cette propriété par l'élévation de la température, ce qui fournit à M. Faraday, comme nous le verrons, une explication ingénieuse des variations diurnes de l'aiguille aimantée.

« Le peu de mots que nous venons de consacrer aux idées théoriques de Faraday suffisent pour les faire comprendre ; l'idée fondamentale de l'illustre physicien est, au fond, la négation de toute action à distance, et l'éxplication des phénomènes par des forces continues, formant ce qu'il appelle des lignes de force. Les corps, par leur présence, modifient ces lignes de force, et il en résulte des mouvements de direction qui se manifestent par la disposition de ces corps à se placer, suivant leur nature, axialement ou équatorialement, c'est-à-dire dans les places où la force est à son maximum, ou dans celles où elle est à son minimum. Un savant physicien anglais, M. Thomson, en appliquant le calcul et les notions de mécanique aux idées de Faraday, a trouvé qu'elles représentaient, d'une manière remarquablement exacte, ce qui se passe dans cet ordre de phénomènes, pourvu qu'on tienne compte de l'action mutuelle des parties dont se composent les corps soumis à l'influence magnétique. M. Thomson a même fait un assez grand nombre d'expériences sur de petits fils et sur des cubes de fer disposés de manières différentes, en les suspendant près et au dedans d'un anneau traversé par un courant électrique, et il a toujours vu que ces corps se plaçaient parallèlement aux lignes de force.

« Nous ne saurions nous ranger complétement aux idées de M. Faraday, quelque ingénieuses qu'elles soient. Le champ magnétique existe-t-il réellement tel que le conçoit le savant physicien, c'est-à-dire indépendamment de la présence des corps qui en manifestent l'existence? Voilà le point sur lequel j'ai du doute. Je suis plutôt disposé à admettre que les forces magnétiques ne s'exercent qu'autant qu'il y a un corps qui détermine leur manifestation. M. E. Becquerel a déjà démontré que l'action de l'aimant sur les corps magnétiques et diamagnétiques est proportionnelle au carré de l'intensité de l'aimant ou du courant, et non pas à la simple intensité, ce qui montre que ces corps entrent pour leur part dans la production de l'effet, et qu'ils ne jouent pas un rôle simplement passif. M. Tyndall arrive à la même conclusion, à la suite de nombreuses expériences faites également sur des corps diamagnétiques et magnétiques. Il croit même avoir trouvé que le bismuth prend une polarité magnétique analogue à celle que prend le fer, mais seulement transversale et non longitudinale; il tire cette dernière conséquence des résultats qu'il a obtenus en entourant un morceau de bismuth, soit ordinaire, soit cristallisé, quand il est suspendu dans le champ magnétique, d'une hélice traversée par un courant électrique; il a trouvé, en plaçant l'hélice tantôt parallèlement, tantôt perpendiculairement à la ligne axiale, des déviations considérables à la direction que doit prendre le bismuth quand il n'est pas entouré d'une hélice électrique, et il estime que ces déviations s'expliquent par un magnétisme transversal qui lui est imprimé par l'aimant. Mais, d'un autre côté, comment expliquer la répulsion ? Ce qu'on peut dire de plus vrai, c'est, comme le remarque M. Tyndal lui-même, que la présence de l'hélice traversée par un courant élec-

trique apporte dans le champ magnétique des modifications qui font changer de place aux lignes de plus grandes et de plus petites forces qui deviennent inclinées à la direction axiale ou équatoriale. Enfin, remarquons encore que si les lignes de force suffisent, comme l'admet Faraday, pour expliquer tous les phénomènes, pourquoi ces lignes ont-elles besoin de l'intermédiaire d'un corps pour agir sur le rayon polarisé, et ne peuvent-elles pas agir sur ce rayon directement dans le vide? résultat qu'on n'a pas pu réussir à obtenir en employant même une puissance magnétique très-considérable.

« Il résulte donc pour nous de cette longue discussion :

« 1° Que les corps soumis à l'action de la force magnétique éprouvent des modifications qui déterminent les mouvements qu'ils exécutent sous l'action de cette force, ainsi que les autres effets qu'ils deviennent capables de produire, tels que la rotation du plan de polarisation ;

« 2° Que ces modifications ne sont pas du même ordre dans les corps magnétiques et dans les diamagnétiques, en d'autres termes, que ces derniers ne prennent pas une polarité semblable à celle que prennent les corps magnétiques ;

« 3° Qu'en conséquence, ni la théorie de E. Becquerel, qui assimile les corps diamagnétiques aux magnétiques, ni celle de Faraday, qui ne fait jouer aux corps qu'un rôle passif, ne nous paraissent rendre compte d'une manière satisfaisante des différentes formes sous lesquelles se manifeste le pouvoir magnétique, tandis que celle de Weber semblerait mieux représenter cet ordre de phénomènes.

« Cherchons donc s'il n'y aurait pas moyen de rattacher cette dernière théorie à un principe général, en nous laissant guider uniquement par les résultats de l'expérience.

« Quand on étudie les phénomènes électro-chimiques, on est forcément conduit, comme nous le verrons, à admettre une relation simple entre l'atome et l'électricité. Ampère avait supposé que chaque atome de la matière possède une électricité qui lui est propre, positive ou négative, et que, dans l'état d'équilibre, il est entouré d'une atmosphère d'électricité de nature contraire à la sienne, qui dissimule celle-ci. Cette hypothèse, qui rend compte assez élégamment d'un certain nombre de faits, est sujette à de grandes objections : en particulier, elle n'explique nullement comment le même atome doit tantôt être positif, tantôt négatif, suivant l'atome avec lequel on le met en rapport, ce qu'il faut pourtant admettre, si l'on veut expliquer un grand nombre de faits chimiques. Berzélius avait admis que chaque atome a deux pôles électriques, l'un positif, l'autre négatif; il avait fondé son hypothèse sur l'existence de ces deux pôles dans les molécules de la tourmaline et de certains cristaux; mais à cette hypothèse simple, il en avait ajouté une autre très-peu probable, fondée sur le fait qu'il y a des conducteurs qui transmettent mieux l'une des électricités que l'autre, fait démontré dès lors inexact, cette hypothèse était que les atomes sont unipolaires, c'est-à-dire qu'ils ne gardent qu'une de leurs électricités en se combinant, et qu'ils abandonnent l'autre. Nous verrons plus tard que cette dernière hypothèse n'est point nécessaire pour expliquer les phénomènes chimiques et électro-chimiques, qui peuvent se concilier très-bien avec l'idée de la polarité, telle que l'a conçue Berzelius, sans avoir besoin d'y ajouter l'unipolarité. Je suis donc disposé à admettre dans l'atome une polarité naturelle; tous les faits relatifs au développement de l'électricité, en particulier par la chaleur, semblent y conduire,

et quant à l'objection tirée de ce que l'atome étant naturellement sphérique, on ne voit pas de raison pour qu'il ait une polarité dans une direction plutôt que dans une autre, on n'a qu'à supposer, ce qui est loin d'être improbable, que chaque atome de la matière a reçu primitivement un mouvement de rotation sur lui-même ; et dès lors on a pour l'atome un axe et un sens de rotation, et, par conséquent, un pôle différent à chaque extrémité de l'axe.

« Partant de cette polarité primitive de l'atome, il nous est facile d'en déduire, d'après les lois connues de l'électricité, les propriétés que manifestent les corps sous l'action de l'aimant ou des courants électriques fermés. Remarquons d'abord que, quand un atome est isolé, c'est-à-dire à une distance trop grande pour être influencé par les atomes voisins, les deux électricités accumulées aux extrémités de son axe doivent constamment se réunir par sa surface même, et cela avec d'autant plus de facilité qu'il est lui-même d'une nature plus conductrice. Soit, en effet, fig. 1 (*voyez la figure à la fin du cahier*), *a* l'atome, *b* et *c* les extrémités de son axe ou ses deux pôles ; l'électricité + portée constamment en *b* tend à s'unir par la surface de l'atome avec l'électricité négative portée en *c* ; il en résulte donc un courant allant de *c* en *b* à travers l'axe, et de *b* en *c* sur toute la surface de l'atome. Ainsi, on peut considérer l'atome comme traversé par un courant qui revient à son point de départ par la surface de l'atome lui-même. Celui-ci est donc dans un état d'équilibre électrique, puisque les deux courants, dont l'un le traverse et dont l'autre l'entoure, sont égaux et de sens contraire. Mais si l'on rapproche un certain nombre d'atomes à une distance assez petite les uns des autres pour que leur influence mutuelle puisse s'exercer, alors ils se disposent de

façon, fig. 2 (*voyez la figure à la fin du cahier*), que le pôle + de l'atome *a* soit en contact avec le pôle — de l'atome *b*, le + de *b* avec le — de *c* et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'ils forment une chaîne dont le dernier atome *f*, par exemple, ait son pôle + en contact avec le pôle — de *a*. On a ainsi une molécule intégrante, entourée d'un courant électrique circulant autour d'elle; le nombre des atomes qui entrent dans sa formation dépend de la constitution moléculaire du corps qui n'est point régie non plus que la cohésion par la polarité électrique, mais qui dépend probablement de la masse de l'atome [1]. Pour que ce courant électrique, dont nous venons de décrire la formation, s'établisse autour de la molécule intégrante, il faut que celle-ci soit composée d'atomes très-rapprochés; or, quels sont les corps qui sont dans ce cas? Nous l'avons vu au commencement de ce paragraphe, ce sont les corps magnétiques. Ainsi donc, les corps magnétiques sont, par l'effet même du rapprochement de leurs atomes, des corps dont chaque particule intégrante, composée d'un plus ou moins grand nombre d'atomes, est entourée d'un courant électrique. Dans l'état naturel, les particules livrées à elles-mêmes s'arrangent de façon que ces courants électriques se neutralisent tous mutuellement; mais si l'on vient à exercer sur le corps magnétique une action extérieure en lui présentant ou un aimant ou un courant électrique, on oblige les particules à se disposer de façon que leurs courants soient parallèles à ceux de l'aimant ou au courant qu'on leur présente. Voilà l'aimantation produite; elle est

[1] Nous admettons ici avec tous les physiciens, que la différence qui existe entre l'atome chimique et la molécule intégrante ou physique, est que la molécule n'est qu'une agglomération d'un plus ou moins grand nombre d'atomes.

temporaire si les particules ne conservent pas la position que la force extérieure leur a imprimée après que cette force a cessé ; elle est permanente si elles la conservent ; c'est encore la constitution moléculaire des corps qui détermine le degré plus ou moins prononcé de cette propriété que nous avons appelée la force coercitive. Nous sommes donc ainsi conduits *à priori* à la théorie d'Ampère sur la constitution des aimants, et à admettre que les courants électriques préexistent autour des particules, et que l'aimantation consiste simplement à les disposer dans une direction commune ; conséquence déjà tirée des effets moléculaires qui l'accompagnent. Remarquons que ce sont essentiellement les particules de la surface qui éprouvent cet effet de direction que tend au contraire à détruire l'influence des intérieures ; ce qui explique le pouvoir de la trempe et pourquoi un aimant creux est plus fort qu'un aimant plein de même volume [1].

[1] Tous les phénomènes relatifs à l'aimantation et à la désaimantation viennent confirmer cette manière de voir. Ainsi, M. de Haldat a remarqué qu'il suffit de frapper une plaque aimantée pour faire disparaître l'aimantation ; il est évident que la percussion permet aux particules de reprendre leur position ordinaire d'équilibre ; c'est par la même raison qu'en tordant une tige de fer aimantée, on lui fait également perdre son magnétisme, suivant la remarque de M. Matteucci. Par contre, toute action mécanique qui dérange l'équilibre des molécules facilite l'aimantation, parce qu'elle donne plus de liberté aux molécules pour prendre de nouvelles positions. De même encore, les électro-aimants qui ont été aimantés plusieurs fois dans des sens différents, deviennent plus aptes à recevoir alternativement une aimantation dans un sens et dans l'autre, parce que l'ébranlement imprimé aux particules leur donne une plus grande disposition à obéir à la force extérieure qui tend à leur imprimer une direction déterminée.

L'influence de la trempe sur l'aimantation de l'acier tient à la

« Deux métaux font seuls exception à la loi que nous venons d'établir : ce sont le cuivre et le zinc ; ils devraient être magnétiques d'après leur volume atomique, et ils ne le sont pas ; il est vrai qu'ils ne sont que très-faiblement diamagnétiques, mais ils le sont. Nous avons déjà remarqué que ces deux mêmes métaux sont de beaucoup les meilleurs conducteurs de tous ceux qui ont le même volume atomique ; or cela nous explique pourquoi ils ne sont pas magnétiques comme les autres. En effet, pour que le courant électrique se forme autour de la molécule intégrante (ce qui caractérise le corps magnétique), il faut non-seulement que les atomes soient très-rapprochés, mais aussi

même cause. La trempe donne aux molécules de la surface une position relative beaucoup plus fixe qu'elles ne l'avaient, ce qui fait qu'il est beaucoup plus difficile de leur en imprimer une nouvelle par l'aimantation, mais qu'aussi, une fois qu'elles y sont parvenues, elles la gardent beaucoup mieux. Ainsi, dans le fer et dans l'acier non trempé, l'action des molécules intérieures sur celles de la surface, finit par changer plus ou moins vite leur mode d'arrangement et par détruire, par conséquent, l'aimantation. C'est pourquoi aussi un aimant creux fortement trempé peut être beaucoup plus fortement aimanté qu'un aimant parfaitement de même volume, mais creux intérieurement ; en effet, le nombre des molécules intérieures qui peuvent, par leur action sur celles de la surface, modifier leur arrangement, est beaucoup moins considérable, et, par conséquent, cet arrangement est beaucoup plus stable et le magnétisme plus fort. Il est si vrai, comme l'ont remarqué plusieurs physiciens, et, en particulier, M. de Haldat, que la force magnétique est toute à la surface des aimants, que la rotation du mercure traversé par des courants électriques s'opère dans l'intérieur d'un cylindre creux d'acier aimanté, comme si le mercure était seulement entouré d'une ceinture de courants électriques semblables à ceux qui doivent se trouver autour de la surface extérieure du cylindre, pour constituer son aimantation ; l'action des particules intérieures est complétement nulle.

qu'ils ne soient pas d'une nature assez conductrice pour que les électricités accumulées à leurs deux pôles puissent se réunir facilement par leur surface même comme lorsqu'ils sont isolés, plutôt que de s'unir avec les électricités contraires des deux atomes entre lesquels chacun d'eux est interposé. Or c'est ce qui arrive aux atomes de cuivre et de zinc à cause de leur grande conductibilité électrique. Aussi on peut rendre le cuivre magnétique en le combinant avec de l'oxygène ou du chlore qui diminuent son pouvoir conducteur.

« Le magnétisme si prononcé de l'oxygène s'explique en admettant que chaque molécule d'oxygène est formée d'un groupe très-dense d'atomes élémentaires, hypothèse que confirme, comme nous le verrons, l'état ozoné de l'oxygène, qu'on obtient en désagrégeant ses particules. Il est assez remarquable que l'oxygène, qui est le seul gaz magnétique, soit le seul aussi dont les particules puissent être désagrégées.

« Remarquons enfin que la chaleur diminue et même fait disparaître le magnétisme, parce qu'en éloignant les atomes les uns des autres, elle rompt les chaînes électriques que ces atomes formaient, ou tout au moins diminue l'intensité du courant qui les traverse[1].

« Passons maintenant au diamagnétisme. Ce qui distingue les corps diamagnétiques de ceux qui ne le sont pas,

[1] Les expériences récentes faites sur la dilatation des corps et en particulier celles de Magnus et de Regnault sur la dilatation des gaz ont démontré, en effet, que la dilatation par la chaleur ne consiste pas seulement dans l'éloignement des particules intégrantes les unes des autres, mais aussi dans une dilatation propre de ces particules et par conséquent dans un éloignement des atomes mêmes dont elles sont formées.

c'est que leurs atomes étant plus distants, il ne peut s'établir chez eux de chaîne électro-atomique naturelle ; les atomes sont donc indépendants les uns des autres au point de vue électrique, et par conséquent dans cet état d'équilibre où leurs courants extérieurs neutralisent le courant intérieur dirigé le long de leur axe. Mais si l'on présente aux molécules intégrantes, composées d'un plus au moins grand nombre de ces atomes, un courant extérieur fermé [1], ce courant ne pourra pas leur imprimer une direction particulière, puisqu'elles ne sont pas entourées d'un courant électro-atomique comme les particules magnétiques ; mais s'il est suffisamment énergique, il déterminera chez ceux de ces atomes qui sont le plus rapprochés de lui, une direction telle que leur axe soit parallèle à sa propre direction, et qu'en même temps leurs pôles soient tournés en sens contraire de celui des particules polarisées du conducteur du courant, d'une manière analogue à ce qui a lieu dans l'induction électro-dynamique [2]. Ces atomes, ainsi

[1] J'entends par action d'un courant extérieur fermé, l'action soit d'un courant voltaïque fermé, soit d'un électro-aimant, soit d'un aimant ordinaire.

[2] Dans le chapitre intitulé *Induction électro-dynamique*, l'auteur avait exposé une théorie de l'induction, qui consiste à la considérer comme le résultat de la décomposition par influence de l'électricité naturelle de chaque particule du conducteur induit par les électricités déjà séparées de chaque particule correspondante de l'inducteur. On part dans cette théorie de l'hypothèse généralement admise que la propagation du courant inducteur, comme celle de tout courant ou décharge, se fait par une série de décompositions et de recompositions des électricités des molécules successives, d'où résulte, ainsi que l'expérience directe le démontre, une tension électrique dans chaque particule du conducteur, en sorte qu'on peut regarder comme permanent son *état de polarisation*. Maintenant, quand on approche brusquement un conducteur qui est dans cet état, c'est-

dirigés sous cette puissante influence, obligeront à leur tour les autres atomes de la molécule dont ils font partie à se diriger de façon à se correspondre par leurs pôles opposés, et à former ainsi une chaîne électrique dont le courant aura nécessairement un sens contraire à celui du courant extérieur, puisque ce sens est déterminé par les premiers atomes qui sont soumis directement à l'action de ce courant. Les choses se passeront de même pour les autres particules du corps diamagnétique, de sorte qu'elles se trouveront entourées, du moins toutes celles qui seront sous l'influence extérieure, de courants électriques ayant

à-dire qui est traversé par un courant ou une décharge d'un simple conducteur qui ne fait partie d'aucun circuit, on détermine dans les particules de ce dernier une polarisation analogue à celle du premier, mais dirigée en sens inverse, c'est-à-dire que les électricités positive et négative de chaque particule de l'induit sont respectivement tournées dans une direction contraire à celle des électricités de même nature des particules de l'inducteur. Il en résulte donc un courant dirigé en sens opposé au moment où l'induction commence, et on voit qu'il doit également en résulter un courant dirigé dans le même sens que celui de l'inducteur au moment où l'induction finit. Ces deux courants doivent être en général instantanés, à moins que les conducteurs induit et inducteur n'aient un mouvement continu l'un par rapport à l'autre, dans quel cas le courant induit doit être continu aussi.

Nous ne pouvons entrer ici dans plus de détails sur cette théorie, à laquelle M. de la Rive consacre d'assez longs développements ; nous nous contenterons d'ajouter qu'il la résume en assimilant ce qui se passe dans les molécules successives du conducteur induit pour la production des courants d'induction, à ce qui a lieu dans la charge et la décharge de plusieurs bouteilles de Leyde consécutives, assimilation justifiée, non-seulement par la théorie, mais par l'analogie que présentent les phénomènes produits par les courants d'induction, surtout dans des longs fils, avec ceux qui résultent des décharges des bouteilles de Leyde.

une direction contraire à celle des courants qui agissent sur elles, ce qui produira nécessairement une répulsion.

« La différence entre un corps magnétique et un corps diamagnétique consisterait donc en ce que, dans le premier, les courants préexistants autour des particules, l'action extérieure d'un courant fermé n'a d'autre effet que d'imprimer à ces particules une direction commune, et telle que leurs courants soient parallèles à ceux qui agissent sur elles et dirigés dans le même sens; c'est ce qui constitue l'aimantation ; tandis que, dans le second, les particules n'étant point entourées d'un courant électro-atomique naturel, elles ne changent point elles-mêmes de place, mais elles se trouvent, par la disposition que l'action extérieure imprime à leurs atomes, entourées d'un courant électrique dirigé dans un sens contraire à celui des courants qui agissent sur elles. On voit que nous arrivons ainsi aux mêmes conclusions que Weber, quant à la différence entre le magnétisme et le diamagnétisme.

« Au fond, c'est un véritable phénomène d'induction qui se passe dans l'action exercée sur la molécule diamagnétique, avec cette différence que l'induction a lieu seulement dans la molécule et non dans tout le conducteur, et qu'elle dure autant que la cause inductrice, au lieu d'être instantanée. Une autre différence, c'est que l'induction moléculaire a lieu aussi bien dans les corps non conducteurs que dans les conducteurs, tandis que celle qui donne naissance à des courants d'une grandeur finie ne peut être produite que dans des corps conducteurs.

« Les causes de ces différences sont faciles à saisir quand on compare la nature même des deux phénomènes. L'induction électro-dynamique est le résultat, comme nous l'avons vu, de la polarisation des molécules intégrantes

successives et des décharges des électricités contraires de ces molécules consécutives; c'est un phénomène purement physique, dans lequel la nature même des particules ne joue aucun rôle, sauf en ce qui concerne leur degré plus ou moins grand de conductibilité électrique; il est tout à fait analogue aux effets d'influence de l'électricité statique et à ceux des électricités dissimulées. Aussi l'induction se manifeste de la même manière dans les corps magnétiques dont les molécules intégrantes sont entourées d'un courant électrique naturel, et dans les corps diamagnétiques dans lesquels ce courant moléculaire est induit; il faut seulement que le corps soit conducteur, et l'intensité de l'effet dépend du degré plus ou moins grand de conductibilité du corps. Il n'en est point de même de l'induction moléculaire, qui est la cause du diamagnétisme. Due à un arrangement particulier des atomes de la molécule, elle dure autant que l'action qui produit cet arrangement. On conçoit que cette action doive être très-énergique pour pouvoir troubler l'arrangement naturel des atomes, et pour déterminer ensuite la neutralisation continue des électricités contraires des atomes consécutifs, lors même qu'ils sont peu rapprochés et souvent mauvais conducteurs de l'électricité. Tous les faits sont d'accord avec cette manière d'envisager cet ordre de phénomènes. Ainsi, non-seulement l'induction électro-dynamique se manifeste dans les corps magnétiques et même aimantés, comme s'ils ne l'étaient pas, mais elle est également simultanée avec le diamagnétisme et en trouble les effets, quand les circonstances favorables à sa production se trouvent réunies.

« Nous voyons donc que, par des causes d'un ordre tout différent, les corps diamagnétiques ont, tant qu'ils sont sous

l'influence de courants fermés, leurs particules entourées de courants ayant une direction contraire à celle de ces courants fermés, tandis que les particules des corps magnétiques ont sous cette influence leurs courants dirigés dans le même sens. Cette opposition explique très-naturellement tous les effets différentiels qu'on observe en mélangeant ensemble des substances magnétiques et diamagnétiques, et comment on peut parvenir à un mélange qui soit indifférent à l'action de l'aimant. Elle rend compte également des effets opposés observés par Weber, quand il introduit dans l'hélice traversée par les courants électriques, tantôt une tige de fer, tantôt un cylindre de bismuth; seulement, dans toute cette classe de phénomènes, il faut se mettre à l'abri de l'influence des courants d'induction superficiels, et pour cela n'agir qu'avec des masses très-divisées et non continues. Les expériences, dans lesquelles Matteucci n'a jamais pu obtenir le moindre effet sur l'aiguille aimantée en faisant passer une forte décharge dans une hélice, au centre de laquelle était un morceau de bismuth, tandis qu'il suffirait que le bismuth fût remplacé par un corps renfermant une quantité de fer presque imperceptible pour obtenir une action, tiennent à ce que le diamagnétisme exigeant pour se développer d'abord un certain arrangement des atomes, et ensuite la production du courant qui est la conséquence de cet arrangement, il ne peut être produit sous l'influence d'une décharge instantanée[1]; tandis que l'aimantation, n'étant que le résultat d'une direction imprimée à des particules déjà entourées d'un

[1] M. Faraday et M. E. Becquerel ont tous les deux remarqué qu'il faut en effet un certain temps (quelques secondes) pour qu'un corps diamagnétique acquière tout le pouvoir rotatoire dont il est susceptible.

courant électrique, peut être déterminée instantanément. Enfin, il est facile de voir que tous les phénomènes magnétiques et diamagnétiques propres aux cristaux, pouvant être ramenés, d'après les travaux de MM. Tyndall et Knoblauch, à ceux que présenterait une agglomération de lames magnétiques ou diamagnétiques indépendantes, se concilient parfaitement bien avec la théorie qui explique les effets qui sont produits sur ces lames.

« Quant à la rotation du plan de polarisation exercée par les substances transparentes diamagnétiques, elle tient évidemment non pas aux courants électriques moléculaires qui résultent de l'action de courants extérieurs sur ces substances, mais à l'arrangement des atomes que cette action détermine. Ainsi, les deux phénomènes, rotation du plan de polarisation et diamagnétisme, n'ont point entre eux la dépendance de cause à effet, mais celle d'être dus à la même cause, savoir, une disposition particulière des atomes dans les molécules intégrantes, ce qui s'accorde très-bien avec l'observation de M. Biot généralement admise, savoir, que la rotation du plan de polarisation est un phénomène tout moléculaire. On conçoit également comment le sens de la rotation doit dépendre du sens du courant qui la produit, puisque ce sens détermine l'arrangement des atomes des particules dans une certaine direction, et dans une direction précisément opposée quand lui-même il change. La preuve que ce n'est pas aux courants moléculaires qu'est due la rotation du plan de polarisation, se trouve dans le fait que les liquides magnétiques, dans lesquels ces courants existent naturellement, ne produisent pas le phénomène quand une action extérieure donne une même direction à tous les courants, ou le produisent à un si faible degré qu'on peut en con-

clure que l'effet ne provient que du liquide diamagnétique (l'eau ordinairement) dans lequel le corps magnétique est dissous. Il paraît également que dans les substances magnétiques les atomes qui constituent la molécule intégrante sont trop rapprochés pour que, lors même que leur action polaire mutuelle leur imprime un arrangement régulier, ils puissent agir sur le rayon polarisé. Il en est autrement pour les corps diamagnétiques dans lesquels l'action extérieure, tout en donnant aux atomes de la molécule une disposition analogue à celle qu'ont naturellement les atomes de la molécule magnétique, ne peut déterminer entre eux un rapprochement semblable, ce qui fait que le courant qui résulte de la direction commune qui leur est imprimée est toujours très-faible, mais ce qui permet en même temps à ces atomes d'agir individuellement sur la lumière polarisée et de produire la rotation du plan de polarisation avec une intensité dépendante à la fois de leur nature propre, et de l'énergie de l'action qui les dirige.

«Telle est la théorie qui, dans l'état actuel de la science, nous semble représenter le mieux tous les phénomènes relatifs au magnétisme et à l'action extérieure des courants électriques. Elle nous paraît se concilier très-bien avec les diverses observations que nous avons exposées, soit dans ce chapitre, soit dans les précédents. Il est vrai qu'elle n'explique pas la nature particulière de l'action de l'atome sur la lumière polarisée, mais elle montre seulement que, quelle que soit cette action, l'influence magnétique doit agir d'une certaine manière sur l'éther interposé.»

Notice sur l'observatoire de Bruxelles et sur les travaux scientifiques qui y ont été exécutés, rédigée par M. le prof. Alfred Gautier.

(Second et dernier article[1].)

La seconde partie de l'ouvrage de M. Quetelet sur le *Climat de la Belgique* a pour objet *la direction, l'intensité, la durée et les caractères distinctifs des vents.* Ce travail est fondé sur quatorze années d'observations faites à l'observatoire de Bruxelles, d'abord en consultant trois fois par jour la direction des nuages, et de plus, depuis 1842, au moyen d'un anémomètre d'Osler, qui enregistre, par un mouvement d'horlogerie, les indications données, pour les couches inférieures de l'atmosphère, sur la direction et la force des vents, ainsi que sur les quantités de pluie. M. Quetelet a tenu compte aussi des observations anémométriques faites à Gand, à Alost, à Louvain et à Maestricht. Je vais extraire du résumé général qui termine cette partie de son ouvrage quelques-uns des résultats qu'il en a déduits.

Sous le rapport des *variations annuelles*, les vents qui règnent en Belgique dans les régions inférieures de l'atmosphère, et jusqu'aux premières couches de nuages, manifestent deux courants généraux : l'un du sud-ouest, tirant vers l'ouest-sud-ouest, et l'autre d'est, tirant vers l'est-nord-est. Le premier est au second, quant à la fréquence, comme 1,8 est à 1 ; il se change en ouest-sud-ouest pen-

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, cahier de janvier 1854, pp. 5—28.

dant l'été, et le second en est-nord-est au printemps. Le rapport de fréquence est de 1 à 2,1 entre les vents d'est et d'ouest, et de 1 à 1,3 entre ceux du nord et du sud.

Les vents entre le sud-est et l'ouest-sud-ouest sont plus fréquents avant midi, et ceux d'ouest au nord-nord-est, et surtout de nord-ouest, dans la seconde partie du jour. Le *maximum* de fréquence suit donc la même marche que le soleil, et tourne en vingt-quatre heures autour de l'horizon, en précédant cet astre d'environ un quart de circonférence. Entre le coucher et le lever du soleil l'air conserve à peu près le même état de calme; le vent ne s'élève que vers le point du jour et atteint son *maximum* vers midi, puis il baisse sensiblement vers la nuit. Les vents les plus fréquents sont aussi les plus forts. Ceux entre l'ouest et le sud sont généralement chauds, mais au printemps et en été il y a aussi quelquefois des chaleurs par des vents d'est. Les froids ont généralement lieu par des vents compris entre l'est et le nord-ouest. Ces derniers vents sont secs, tandis que ceux du sud-ouest sont humides. Les deux tiers environ des vents ne soufflent pas d'une même région du ciel pendant plus de quarante-huit heures. Les *changements*, ou passages d'une des quatre grandes régions du ciel à une autre sont, en général, de quinze par mois. On compte annuellement dix-neuf *rotations* directes et six rétrogrades; en été huit directes par mois et une seule rétrograde. Les rotations les plus rapides ont lieu en été.

Electricité de l'air.

Les observations sur lesquelles se fonde la troisième partie de l'ouvrage sur le climat de la Belgique, ont été faites principalement depuis l'année 1842, d'abord au moyen

de l'électroscope de Peltier, et ensuite avec l'électromètre du même physicien, qui a été établi, en 1844, au-dessus de la tourelle orientale de l'observatoire de Bruxelles. Les observations sont au nombre des plus intéressantes et des plus nouvelles qui aient été faites dans cet observatoire, ayant précédé de plusieurs années celles du même genre entreprises à l'observatoire de Kew, près de Londres. Il en a été déjà rendu compte dans le cahier d'avril 1851 de la *Bibliothèque Universelle*, pp. 310—313, et l'*Annuaire* de Bruxelles pour 1850 renferme aussi une notice de M. Wheatstone sur ces observations, extraite d'un rapport présenté à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, dans sa réunion à Birmingham en septembre 1849. Je me bornerai à donner ici un léger aperçu des principaux résultats de ces observations.

L'électricité atmosphérique, considérée d'une manière générale, atteint son *maximum* en janvier; puis elle décroît progressivement jusqu'en juin, où il y a un *minimum* d'intensité; elle augmente ensuite pendant les mois suivants jusqu'à la fin de l'année. L'électricité en janvier est treize fois aussi énergique qu'en juin. La valeur moyenne annuelle est représentée par celle des mois de mars et de novembre. L'électricité est à peu près la même en juin et juillet, quel que soit l'état du ciel. A partir de cette époque, elle est plus forte par un ciel serein que par un ciel couvert, et elle l'est d'autant plus qu'on se rapproche de janvier, où l'électricité est quatre fois plus forte par un ciel serein que par un ciel couvert. Elle est très-forte pendant les neiges et les brouillards. Durant une pluie tranquille elle s'éloigne peu, en général, des valeurs ordinaires; mais elle est forte quelquefois, positivement ou négativement, avant ou après la pluie.

Quant aux variations diurnes, l'électricité de l'air, estimée à une hauteur toujours la même, subit dans les vingt-quatre heures une variation qui présente généralement deux *maxima* et deux *minima*. Le premier *maximum* arrive en été avant 8 heures du matin, et vers 10 heures en hiver; le second après 9 h. du soir en été, et vers 6 h. du soir en hiver. Le *minimum* du jour a lieu vers 3 h de l'après-midi en été, et vers 1 heure en hiver. Les observations ont été insuffisantes pour établir la marche du *minimum* de la nuit. L'instant qui présente le mieux l'état électrique moyen de la journée, dans les diverses saisons, est voisin de 11 heures du matin.

Pression atmosphérique.

J'arrive maintenant à la quatrième partie de l'ouvrage de M. Quetelet, savoir à celle relative à la *pression atmosphérique*, considérée dans sa totalité et sans en séparer la partie due au poids des vapeurs aqueuses.

La pression barométrique moyenne à Bruxelles, évaluée en millimètres à 0° de température, qui résulte de dix-huit années d'observations, faites à la hauteur de 58^{m},4 au-dessus du niveau de la mer, est de 756^{mm},03.

La plus grande moy. annuelle a été en 1834 de 759^{mm},25
» faible » » 1841 de 754^{mm},2.

Les grandes variations de la pression en été sont à peine la moitié de celles de l'hiver. La plus grande qui ait eu lieu entre deux midis consécutifs, a été une hausse de 26 $^{1}/_{2}$^{mm} le 23 décembre 1845. C'est en hiver et en été que les hauteurs moyennes sont les plus grandes; elles surpassent d'environ un millimètre celles du printemps et de l'automne. L'amplitude totale d'excursion du baromètre, dans ses oscillations extrêmes, a été de 54^{mm},5 ou d'environ deux pouces.

L'oscillation diurne totale du baromètre à Bruxelles n'a, en moyenne, qu'environ un demi-millimètre d'amplitude ($0^{mm},6$) et elle présente deux *maxima* et deux *minima*. L'observation de midi représente assez bien l'état moyen du baromètre. Mais celles qui seraient faites à 7 heures du matin et du soir, à midi $^3/_4$ et à 1 h. $^1/_4$ du matin le représenteraient encore mieux, surtout si l'on admettait pour les deux premières époques une oscillation suivant les saisons, de part et d'autre de l'instant moyen annuel.

Le premier *maximum* a lieu, en moyenne, à 9,8 h. du matin ; il oscille entre 8 h. 40^m en juin, et 10 h. $^3/_4$ en février et mars.

Le second a lieu, en moyenne, à 10 h. du soir; il oscille entre 8,8 h. en janvier et 11,2 h. en juin.

Le premier *minimum* précède toujours le lever du soleil; il a lieu à 3 h. $^1/_2$ du matin en juin, un peu après 5 h. $^1/_2$ en décembre, et en moyenne à 4,4 h. du matin.

Le second *minimum* a lieu, en moyenne, à 4 h. du soir; il oscille entre 2 h. $^1/_4$ en janvier et 5 h. $^1/_2$ en juin.

L'ensemble des observations ne présente pas de loi de variation appréciable dans les amplitudes de ces oscillations diurnes pendant le cours de l'année : mais cela peut tenir, ainsi que je l'ai indiqué, dans une lettre à M. Quetelet qu'il a publiée en février 1849, dans le tome XVI des *Bulletins* de l'Académie de Belgique, p. 69, à ce qu'avant de prendre les moyennes des observations, on n'en a pas éliminé l'effet perturbateur des grandes oscillations accidentelles. Quoique ce dernier mode ne soit pas celui qui soit adopté généralement, je crois qu'il serait avantageux qu'il le fût pour les variations diurnes du baromètre, surtout

dans les régions où elles sont petites et où les variations accidentelles sont considérables, et qu'on prît pour elles une marche analogue à celle qui a été suivie par M. le colonel Sabine pour les variations de la déclinaison magnétique. J'ai constaté, par la réduction de quelques années d'observations barométriques faites à Genève, qu'on obtenait ainsi une loi de variations diurnes, dans le cours de l'année, régulière et correspondant au changement des saisons.

M. Quetelet examine successivement, dans les chapitres 5 à 9 de son mémoire, l'influence de la température, des vents, de la Lune et de l'électricité sur les hauteurs barométriques.

Quant à la température, il paraît que les grandes variations barométriques n'ont pas lieu par l'effet d'une température anomale dans le lieu où l'on observe ; mais il est probable que des ruptures d'équilibre dans les températures des pays avoisinants y influent davantage. A toutes les époques de l'année, le baromètre est plus élevé, en moyenne, quand le thermomètre est haut que lorsqu'il est bas ; la différence moyenne de hauteur barométrique correspondante aux extrêmes de température mensuelles est de $6^{mm},43$. Cette différence est à peu près la même quelle que soit la hauteur du baromètre, mais c'est surtout en automne et en hiver que cette influence de la température se fait sentir. La différence entre le *maximum* et le *minimum* de température de chaque mois étant de 19 à 20° cent. pendant tout le cours de l'année, cela donne une variation barométrique de près d'un millimètre pour une variation thermométrique de 3°. Mais, ainsi que le remarque M. Quetelet, il faudrait, pour compléter ces appréciations, tenir compte des températures des pays

avoisinants, qui forment la source principale des grandes variations que subit la pression atmosphérique.

Les *maxima* barométriques sont, toutes choses égales d'ailleurs, dix fois aussi nombreux par les vents nord-est que par ceux d'ouest-sud-ouest, et les *minima* deux fois aussi nombreux par ces derniers vents que par les premiers. Les *maxima* barométriques ne se manifestent guère que par des temps calmes, tandis que les *minima* se présentent fréquemment sous l'influence de vents forts.

M. Quetelet a constaté que les observations de Bruxelles indiquent une très-légère différence de hauteur barométrique correspondant aux diverses phases de la Lune. Cette hauteur est un peu plus grande vers le dernier quartier et le quatrième octant que vers le second octant. Mais il n'estime pas qu'on puisse en tirer aucune conclusion positive, et il croit que l'influence lunaire, si elle existe réellement, a très-peu d'action sur la pression atmosphérique.

Il n'en est pas de même de celle de l'électricité, et le baromètre est plus haut d'environ deux millimètres, quand l'électricité positive de l'air dépasse la moyenne, que dans le cas contraire.

Ondes atmosphériques.

La seconde section du mémoire de M. Quetelet sur la pression de l'air, se rapporte aux *ondes atmosphériques*, et ce sujet étant nouveau et curieux, je m'y étendrai un peu plus que sur les précédents.

Les variations du baromètre, dit M. Quetelet, nous montrent que la pression atmosphérique subit des modifications continuelles. Cette pression arrive, par une série d'oscillations, à un état *maximum*, pour passer ensuite à

un état contraire. On peut, par analogie avec ce qui se passe sur les mers, nommer *ondes atmosphériques* l'intervalle qui sépare deux lignes de pression *minimum*. Dans ce sens, la crête de l'onde est la ligne de pression *maximum*. Il ne faut pas confondre ces ondes indiquées par le baromètre, avec les courants atmosphériques que manifestent, en général, les directions des vents.

La pression *maximum* ne se manifeste pas dans une localité seulement, mais, en général, on l'observe en même temps sur une suite de points, formant, à la surface de la terre, une ligne plus ou moins étendue. En 1835, pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance, sir John Herschel ayant dirigé son attention vers les phénomènes qui tiennent aux mouvements généraux de l'atmosphère, chercha à provoquer, en diverses parties du globe, des observations horaires du baromètre, du thermomètre, etc. aux époques des solstices et des équinoxes, afin d'étudier la grandeur des ondes atmosphériques, leur vitesse moyenne de progression, le sens de leur mouvement, l'influence des montagnes pour les modifier, etc., etc. [1] Cet astronome célèbre n'engagea ses collaborateurs à continuer ce genre d'observations que jusqu'à la fin de 1838, et il fit, en 1843, plusieurs années après son retour en Europe, un rapport intéressant sur l'ensemble de ces observations, à la réunion à Cork de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, rapport qui a été publié dans le compte rendu de cette réunion. Sir John Herschel annonce, entre autres, dans ce rapport, que Bruxelles doit

[1] L'observatoire de Genève fut au nombre de ceux où l'on répondit à cet appel de sir John Herschel, en instituant ces observations horaires, et les poursuivant régulièrement pendant plusieurs années à ces quatre époques.

être regardé comme un point de petites perturbations barométriques, comparativement à d'autres points. Des ondes profondes et très-étendues parcourent la région atmosphérique située au-dessus de cette ville: mais quant aux plus petites, on peut la regarder, sous un certain rapport, comme constituant un point nodal, où les irrégularités sont atténuées, et où le mouvement oscillatoire est, en général, plus ou moins restreint. Ces mouvements augmentent à mesure qu'on s'éloigne de Bruxelles comme centre, particulièrement au nord-ouest, jusqu'à l'observatoire de M. Edouard Cooper, à Markree, au nord de l'Irlande.

D'autres météorologistes se sont spécialement occupés des mouvements barométriques du mois de novembre, où ils sont, en général, fort considérables. Luke Howard a trouvé un *maximum* barométrique très-prononcé vers le 18 novembre, d'après une moyenne de dix-sept années d'observations faites à Londres. M. Kreil a obtenu un résultat à peu près semblable pour Prague et Milan. Mais c'est M. Birt qui a le plus travaillé sur ce sujet, en Europe du moins, ayant présenté successivement à l'Association britannique plusieurs rapports annuels sur les ondes atmosphériques, et ayant adressé aussi sur ce point quelques lettres à M. Quetelet, dont celui-ci a inséré des extraits dans son mémoire. M. Quetelet a fait construire les courbes des mouvements barométriques observés au mois de novembre à Bruxelles, dans les dix-sept années 1833 à 1850, afin de pouvoir les comparer entre elles avec facilité. Il résulte de cette comparaison, qu'il y a chaque année, en cette station, une onde atmosphérique assez prononcée au mois de novembre : mais que cette onde présente rarement le même caractère et la même

symétrie, et que les dates des passages de la crête de l'onde varient dans des limites assez larges.

M. Quetelet a étudié spécialement la forme, la grandeur et la vitesse des ondes atmosphériques en général, en recourant à plusieurs systèmes de courbes, pour représenter les variations qui surviennent dans la pression barométrique et pour en rechercher les lois. Il a choisi particulièrement, dans ce but, les observations des mois de juin, juillet et août 1841, qui sont les premiers où l'on ait fait des observations bihoraires à Bruxelles, en cherchant le plus grand nombre possible d'observations correspondantes faites en d'autres stations. Ce sont MM. Liagre et Houzeau qui se sont chargés de la construction des courbes barométriques, en vingt stations d'Europe et d'Asie septentrionale, pendant ces trois mois, en se bornant à employer les observations de midi et de minuit de chaque jour.

On aperçoit dans ces courbes un parallélisme évident pour les pressions observées dans des stations voisines entre elles; mais ce parallélisme n'existe plus lorsqu'on compare des stations éloignées. Cependant, lorsqu'on compte les *maxima* ou les *minima* qui appartiennent à une courbe donnée, dans l'intervalle des trois mois cités, on en retrouve presque constamment le même nombre.

On peut former plusieurs systèmes de courbes, d'après les rapports qu'on observe dans la marche des baromètres. Ainsi les stations de Bruxelles, Paris, Greenwich, Prague, Munich, Genève, le Grand Saint-Bernard, Parme, Varsovie, Cracovie et Lemberg peuvent être réunies en un même système; celles de Dorpat, Pétersbourg et Kazan en forment un second; un troisième comprend les stations dans l'Oural, et un quatrième celles de l'Asie du Nord.

L'auteur, avant d'aller plus loin dans son examen des différents systèmes d'ondes, entre dans quelques considérations théoriques qui doivent faciliter cet examen. « On admet universellement, dit-il, que l'air échauffé par la chaleur du soleil s'élève dans les régions équinoxiales, et qu'après s'être suffisamment refroidi il se rabaisse vers les régions polaires. On peut se demander, si ce n'est point la chute ou le déversement de l'air froid qui donne naissance aux ondes barométriques. Dans cette hypothèse, les ondes devraient se propager en même temps que les courants polaires des pôles vers l'équateur, et dans notre hémisphère du nord vers le sud. Mais on peut concevoir de plusieurs manières la naissance de ces ondes. Si le déversement de l'air froid s'effectue tout autour du pôle, et si cet air forme en quelque sorte une calotte complète, les ondes barométriques seront continues sous toutes les longitudes ; l'onde qui, à un instant donné, passe par une station, pourra être suivie tout autour du globe. Au contraire, si le déversement de l'air froid se fait à une certaine distance du pôle, et si cet air s'écoule presque complétement vers l'équateur, l'onde, au lieu d'embrasser un cercle entier autour du pôle terrestre, et de se propager en étendant ce cercle, se répandra seulement dans un secteur, dont l'angle pourra être plus ou moins ouvert. Dans ce second cas, les secteurs voisins pourront se pénétrer mutuellement, et il en résultera une succession rapide de deux ondulations dans les points où ils se rencontrent.

« Dans l'hypothèse où nous nous sommes placé, ajoute M. Quetelet, cette seconde manière de voir paraît la plus probable. En effet, la différence des courbes barométriques pour des stations élevées, semble nous indiquer que ces stations éprouvent les effets, non d'une onde continue, mais

de plusieurs ondes distinctes. Toutefois, comme il existe dans toute l'Europe septentrionale et dans la Sibérie des ondes qui marchent du nord au sud, nous pouvons nous représenter que ces ondes forment les arcs de différents secteurs, qui n'ont pas présisément les mêmes centres, et qui n'ont pas non plus, au même instant, les mêmes rayons. Il doit résulter de la juxtaposition de ces ondes partielles, une ondulation générale, qui fait le tour entier du pôle par toutes les longitudes, mais qui est, en certains endroits, plus avancée vers le sud, et en d'autres points plus reculée vers le nord. Les stations placées au contact de deux secteurs voisins participeront tour à tour, et à très-peu d'intervalle, aux deux ondes partielles qui se propagent à côté l'une de l'autre. »

M. Quetelet a cherché à représenter la trace des ondulations distinctes, juxtaposées les unes autour des autres, qui forment autour du pôle terrestre une trace continue, de figure irrégulière. Il a pris, pour cet effet, d'après les courbes barométriques dont il a été question plus haut, les instants approchés des principaux *maxima* et *minima*, en employant les portions d'ondes barométriques qui marchaient à peu près de pair, pour former une ligne continue. Il est parvenu ainsi à comparer des *maxima* ou *minima* correspondants pour toutes les stations, depuis Greenwich jusqu'à Pékin. Ces *maxima* ou *minima* ont été désignés par leurs dates moyennes, et on a joint sur des cartes les points de la surface terrestre qui avaient au même instant physique un *maximum* ou un *minimum*. L'auteur a choisi, dans les trois mois désignés plus haut, cinq *maxima* et quatre *minima*, et il a fait construire pour chacun de ces termes extrêmes une carte particulière, qui donne le tracé de l'onde de vingt-quatre heures en vingt-quatre heures. La

direction du vent régnant près de chaque station, à l'instant du *maximum* ou du *minimum*, est indiquée par une flèche. Ne pouvant évidemment entrer ici dans l'analyse détaillée que donne M. Quetelet de ces divers tracés, je me bornerai à transcrire les conclusions finales qu'il en déduit.

1° L'atmosphère est généralement traversée par plusieurs systèmes d'ondes différents. Ces ondes interfèrent, et produisent, pour chaque lieu de la terre, un état spécial de pression.

2° Au milieu de tous les mouvements particuliers, il se prononce un système d'ondes prédominant, qui semble rester à peu près constant pour un même climat.

3° Les ondes atmosphériques, tant en Europe qu'en Asie, se propagent du nord au sud, sans avoir toutefois la même vitesse; elles marchent plus rapidement dans le système asiatique et dans celui de l'Europe centrale, qu'en Russie ou dans les montagnes de l'Oural.

4° Ces ondes semblent se propager avec moins d'obstacles à la surface des mers qu'à l'intérieur des terres. En général, les aspérités du globe, et particulièrement les chaînes de montagnes, diminuent leur vitesse et modifient aussi leur intensité.

5° L'inégalité de vitesse, sur le continent, d'une part, et dans le voisinage de la mer de l'autre, explique les inflexions qu'éprouve, dans toute son étendue, la ligne qui figure la marche générale de l'onde dans notre hémisphère. Cette ligne se replie de manière à être poussée en avant dans le sens de la plus grande vitesse. Ainsi l'onde pénètre, presque en même temps, sur le continent européen, par les différentes côtes de la mer du nord, de l'Océan et de la Méditerranée. D'autre part, elle vient aboutir aussi, presque en même temps, le long de la chaîne de l'Oural et de celle des Alpes tyroliennes.

6° La vitesse avec laquelle les ondes barométriques se propagent est très-variable; elle peut être estimée, en moyenne, de six à dix lieues de France à l'heure; elle est un peu plus grande dans l'Europe centrale qu'en Russie. Cette vitesse varie d'une onde à l'autre et varie aussi pour les différentes parties d'une même onde. Elle est plus grande vers les côtes et dans tous les endroits où la propagation du mouvement paraît plus libre. Elle diminue notablement, au contraire, dans le voisinage des montagnes et des plateaux; dans l'Oural elle se réduit parfois à moins de deux lieues par heure.

7° Les directions des vents n'ont pas de rapports apparents avec celles des ondes barométriques. Ce fait important semble favorable à l'hypothèse de courants compensateurs, marchant dans le bas de l'atmosphère, et dans des directions opposées à celles des courants qui vont du pôle vers l'équateur. Remarquons, au reste, que l'air peut aussi se condenser par des pressions latérales, sans qu'il y ait des affluents d'air nouveau et, par suite, des vents sensibles dans les directions de ces pressions. Au contraire, les vents dominants peuvent fort bien subsister sans altération, pendant que les masses d'air qu'ils déplacent changent sensiblement de densité. Il doit en être de certaines ondes barométriques comme des ondes sonores: celles-ci se transmettent dans toutes les directions, malgré l'obstacle des vents, qui peuvent, à la vérité, en modifier l'intensité et la vitesse.

Je n'ai pas besoin d'insister, je crois, sur l'intérêt que présentent les résultats précédents. Mais, quelque considérable que soit le travail sur lequel ils sont fondés, quand on réfléchit que ce n'est encore que par la comparaison de trois mois d'observations barométriques et anémométriques,

faites en un grand nombre de stations, que M. Quetelet y est parvenu, on sent qu'il est important que ces recherches reposent sur une plus longue série d'observations simultanées, afin que les conclusions qu'on en déduira aient tout le poids désirable. M. Quetelet a, pour ainsi dire, ouvert la route dans ce nouveau champ, et il faut espérer que lui-même ou d'autres savants y suivront ses traces.

Pluies, grêles et neiges.

La cinquième partie de l'ouvrage de M. Quetelet sur le climat de la Belgique, la dernière qu'il ait publiée, est relative aux *pluies*, aux *grêles* et aux *neiges*. L'intérêt qu'elle présente me paraissant moins général que celui de la partie précédente, je me bornerai à transcrire ici, presque en entier, le résumé qu'en donne l'auteur à la fin de ce travail, sous forme de propositions distinctes.

1. D'après l'expérience de dix-huit années, comprises de 1833 à 1850, on compte annuellement à Bruxelles 189 jours pendant lesquels on recueille de l'eau, en plus ou moins grande quantité, sous forme de pluie, de neige ou de grêle. La quantité moyenne d'eau recueillie pendant le cours d'une année s'élève à 715 millimètres, ce qui donne $1^{mm},96$ par jour, pris indistinctement, et $3^{mm},8$ d'eau par jour de pluie, de neige ou de grêle [1].

2. En faisant la distinction de la forme sous laquelle l'eau est tombée, on a compté par an 181 jours de pluie,

[1] La moyenne annuelle de pluie est un peu plus considérable à Genève qu'à Bruxelles; elle est d'environ 827 millimètres ou 30 $^1/_2$ pouces. Mais le nombre des jours de pluie y est sensiblement moindre; il est d'environ 120 jours ou du tiers de l'année. (Voyez *Bibl. Univ.*, janvier 1843, pages 134 et 140, et juillet 1853, page 265.)

23 jours de neige, ou de neige mêlée de pluie, et 9 de grêle, ou de grêle mêlée de pluie. C'est en avril et mai qu'il tombe le moins de pluie, en juillet et août qu'il en tombe le plus.

3. Il est tombé une fois de l'eau pendant 40 jours consécutifs, en plus ou moins grande quantité et à intervalles plus ou moins rapprochés. La plus longue période de jours sans pluie a été de 30 jours. Il y a une tendance, quand la pluie ou le beau temps a commencé, à ce qu'il se prolonge pendant plusieurs jours consécutifs.

4. Les pluies d'une heure de durée sont plus fréquentes que celles de deux heures ; celles-ci le sont plus que les pluies de trois heures, et ainsi de suite. Le plus long espace de temps pendant lequel il a plu sans interruption ne s'est pas prolongé au delà de 24 à 25 heures. Il pleut, en général, pendant plus d'une heure et demie par jour en été, et pendant près de trois heures et demie en hiver.

5. Une seule fois, en neuf ans, on a compté six pluies dans un intervalle de 24 heures.

6. C'est de midi à trois heures que les pluies commencent le plus fréquemment, quelle que soit la saison. Cependant cette loi est plus prononcée pour l'été que pour l'hiver, et c'est à peu près à douze heures de distance, ou de minuit à trois heures du matin, que se présente le *minimum* de pluie. Les quantités qui en tombent entre six heures du matin et du soir sont un peu plus grandes que celles qui tombent de nuit entre six heures du soir et du matin; mais de midi à minuit la prépondérance des pluies est très-manifeste, tant pour le nombre que pour le produit.

7. Pendant l'hiver, la pluie élève la *température* normale de deux degrés; elle l'abaisse, au contraire, d'un peu plus d'un demi-degré au printemps. L'abaissement sub-

siste encore en été, quoiqu'il soit un peu moindre ; puis la température normale est encore dépassée d'un demi-degré en automne. Les pluies, prises en général, ne produisent qu'une légère élévation de température, qui, sur les résultats annuels, ne dépasse pas 0°,43. Les écarts, par rapport à l'état moyen, qu'éprouvent les températures pendant les pluies, s'élèvent à dix degrés de part et d'autre de la moyenne. Les grêles, les orages et les ouragans sont généralement précédés d'une température élevée ; l'abaissement de température suit communément le commencement de la pluie.

8. La *pression barométrique* moyenne subit, pendant les pluies, un abaissement de $5^{mm},12$. Cet abaissement varie régulièrement avec les mois ; son *maximum* $6^{mm},53$ se présente en janvier, et son *minimum* $2^{mm},6$ en juillet. Dans l'heure qui précède la pluie, le baromètre baisse plus généralement qu'il ne monte ; pendant la pluie, son mouvement est incertain ; il remonte, cependant, un peu plus qu'il ne descend. Après la pluie, la hausse est décidée, le baromètre remonte environ 7 fois quand il baisse 4 fois. L'instant de la plus grande dépression barométrique a lieu environ 40 minutes après le commencement de la pluie.

9. Les vents de sud-ouest, même en tenant compte de leur fréquence, sont ceux qui accompagnent le plus souvent les pluies ; ceux de nord-ouest et d'ouest se rangent immédiatement après eux sous ce rapport. Les vents les moins pluvieux sont ceux d'est et de sud-est. En ce qui concerne l'abondance des pluies, ou la quantité d'eau qu'elles donnent par heure, les rapports se trouvent à peu près renversés : les vents de nord-est et de nord donnent le plus de pluie, ceux de sud, de sud-ouest et de nord-ouest sont plutôt au-dessous de la moyenne générale, qui

est de $0^{mm},82$ par heure. En général, il a plu le plus souvent et on a recueilli le plus de pluie pendant des vents très-faibles, mais la quantité d'eau par heure est indépendante de la force du vent.

10. Les courants d'électricité dynamique, soit ascendants, soit descendants, ne se manifestent guère que pendant les pluies, surtout pendant les pluies d'orage. Dans ce dernier cas, à l'apparition de chaque éclair correspond un mouvement très-prononcé dans l'aiguille du galvanomètre, qui, selon la nature du courant, se trouve jetée à droite ou à gauche de sa position d'équilibre. Pendant les plus fortes tensions électriques, le galvanomètre peut rester en repos et n'accuser aucun courant; d'une autre part, pendant le passage d'un courant, l'électromètre peut accuser une tension électrique positive, négative ou nulle.

11. La période lunaire a peu d'influence sur les pluies: cependant la partie de cette période qui suit de quelques jours le premier quartier et s'étend un peu au delà du dernier, a donné plus d'eau que le reste de la période.

12. D'après la comparaison des résultats des observations faites en divers points de la Belgique, on voit que la quantité d'eau qui tombe annuellement diminue en s'éloignant de la mer.

Ici se termine l'analyse sommaire que je me proposais de faire, dans cette notice, des parties déjà publiées de l'ouvrage de M. Quetelet sur le climat de la Belgique. On comprendra facilement que je n'ai pu donner ainsi qu'une légère idée du mérite de cet ouvrage, car les détails et les remarques particulières offrent souvent bien plus d'intérêt, dans les recherches de ce genre, que les généralités et les résultats moyens. L'auteur s'occupe actuellement de la

partie relative à l'hygrométrie, qui complétera celle sur la pression atmosphérique, en faisant envisager à part, d'un côté l'effet de tension de la vapeur aqueuse répandue dans l'air, et de l'autre la pression de l'air sec. C'est ainsi qu'il achèvera peu à peu le grand travail qu'il avait entrepris, tout en laissant, dans le recueil même de ses observations, des matériaux considérables et précieux, qui pourront servir de base à des recherches ultérieures.

Lorsque M. Quetelet est entré à l'observatoire de Bruxelles, il n'avait été fait que très-peu d'observations météorologiques en Belgique, et rien n'y avait été fait encore sur le magnétisme, sur les températures de la terre, le rayonnement solaire, l'électricité de l'air, etc. Dans cet état de pénurie, il a estimé qu'il fallait avant tout combler une lacune aussi fâcheuse, pensant qu'on pouvait faire partout de l'astronomie, mais qu'il était à peu près seul en position de faire des recherches un peu complètes sur le climat de son pays. Il est probable qu'il a rendu ainsi à la science de plus grands services qu'il ne l'aurait fait autrement, car la météorologie et le magnétisme avaient, surtout alors, bien plus de progrès à faire que l'astronomie, et les travaux en ce genre exécutés à l'observatoire de Bruxelles ont eu, outre leur utilité directe, l'avantage de donner une heureuse impulsion, sous ce rapport, à d'autres établissements du même genre, et de contribuer peut-être ainsi à la fondation des nouveaux observatoires météorologiques et magnétiques qui ont été institués en diverses parties du globe.

M. Quetelet se propose maintenant de continuer, dans les *Annales de l'observatoire de Bruxelles*, la publication des observations astronomiques arriérées, et de donner dorénavant une impulsion plus active à cette partie des

travaux dans cet établissement, à l'aide des beaux instruments dont il est pourvu. Les aides actuels y sont M. Mailly pour les calculs, MM. Bouvy et Grégoire pour les observations, et M. Blanpain pour la mécanique[1].

Une circonstance importante et très-favorable pour les travaux astronomiques futurs dans cet observatoire, vient de s'y présenter : je veux parler de sa jonction avec l'observatoire de Greenwich par la télégraphie électrique, jonction qui a déjà servi à une nouvelle détermination de la différence de longitude entre ces deux observatoires. C'est depuis le 25 novembre 1853 au soir que les signaux télégraphiques ont commencé à être donnés dans ce but. M. Airy avait envoyé, pour cet effet, à Bruxelles un de ses aides, M. Dunkin, et M. Bouvy s'était rendu à Greenwich pour le même objet. Il paraît que cette détermination a été couronnée d'un plein succès, et M. Airy doit en publier bientôt les résultats. Il a déjà paru, dans l'*Athenæum* anglais du 14 janvier de cette année, page 54, un article fort intéressant sur ce sujet, dont je vais extraire les détails suivants.

L'astronome royal de Greenwich ayant obtenu la liaison de son observatoire avec les lignes anglaises de télégraphie électrique, en a fait d'abord l'application à la détermination des différences de longitude entre les observatoires de Greenwich, Cambridge et Edimbourg. Il s'est adressé ensuite à la compagnie du télégraphe sous-marin entre la France et l'Angleterre, pour arriver ainsi à une

[1] J'ai commis une erreur dans la première partie de cette notice, page 7, en disant que les astronomes-adjoints étaient logés dans la partie occidentale du bâtiment de l'observatoire. Cette partie de l'édifice, qui fait face au boulevard longeant le jardin botanique, est uniquement consacrée au logement du directeur.

nouvelle détermination de la différence de longitude comprise entre les observatoires de Greenwich et de Paris, et il était en voie d'arrangements pour cette opération, lorsque la mort de M. Arago est venue, bien tristement, suspendre l'exécution de ce projet. M. Airy s'est occupé alors de la liaison télégraphique de Greenwich avec Bruxelles. Un fil a joint le bureau télégraphique de Bruxelles, avec une aiguille galvanique située près de la pendule de l'observatoire de cette ville qui sert pour l'observation des passages au méridien. Une communication métallique sans interruption a été établie ainsi entre la salle méridienne des deux observatoires, à travers le fil sous-marin qui lie Douvres à Ostende, et les chances que présente le transport des chronomètres ont été par là complétement évitées. Des batteries électriques ont été fournies par les compagnies télégraphiques. Il y a eu échange mutuel d'un aide-astronome entre les deux observatoires, pendant la première moitié des opérations, comme cela avait eu lieu pour Cambridge, sur la proposition de M. le professeur Challis: soit pour éliminer les chances d'erreur qui tiennent au mode d'observer particulier à chaque individu, ou à ce qu'on nomme l'*équation personnelle*, soit pour faciliter de part et d'autre les communications et propositions.

Le résultat de ces arrangements a été l'observation simultanée d'environ 3000 signaux, dans les deux observatoires, pour la comparaison de leurs pendules respectives. Il paraît, autant qu'on peut en juger par les observations qui ont été déjà réduites, que le temps du passage du courant galvanique de l'une à l'autre des stations a été assez exactement d'un dixième de seconde, ce qui correspond à une vitesse de 2700 milles par seconde, en supposant un

mouvement uniforme sur toute la ligne. Quelque grande que soit cette vitesse, elle l'est bien moins, cependant, que celle résultant des expériences faites entre Edimbourg et Greenwich, où elle a été trouvée d'environ 7600 milles par seconde; et cette vitesse est surtout beaucoup plus petite, que celle d'environ 18,000 milles par seconde, qui a été obtenue sur quelques-unes des lignes télégraphiques américaines[1]. La différence tient, sans doute, à ce que la plus grande partie de la ligne de Greenwich à Bruxelles est souterraine et sous-marine, et à ce que cette position des fils, quelque parfaitement isolés qu'ils soient, a, par un effet d'induction, retardé beaucoup la transmission du courant. M. Airy a déjà signalé ce fait curieux à la séance de la société royale astronomique du 9 décembre 1853, comme on le voit dans le compte rendu de cette séance, page 46.

Pour obtenir le résultat astronomique cherché, il ne suffit pas de comparer entre elles les deux pendules par les signaux électriques, il faut encore déterminer, par l'observation de passages d'étoiles au méridien, la relation qui existe entre le temps indiqué par chacune de ces pendules et le temps sidéral du lieu où elle est placée. Les astronomes des deux observatoires, vu la perfection des comparaisons électriques, ont posé en principe qu'aucune de ces comparaisons ne serait retenue comme valable, à moins que les passages d'étoiles à la lunette-méridienne n'eussent été observés, aux deux stations, très-peu avant ou après les comparaisons.

[1] Il a été donné, dans le Bulletin scientifique du cahier d'août 1848 de la *Bibl. Univ.*, quelques détails sur les premières déterminations de différences de longitude, effectuées aux Etats-Unis d'Amérique par la télégraphie électrique.

Le résultat de ce choix a donné environ 1000 signaux admis pour la détermination cherchée, combinés avec environ 150 observations, presque simultanées, de passages au méridien des mêmes étoiles dans les deux observatoires, pendant sept jours. On ne peut douter que la valeur finale ainsi obtenue ne surpasse beaucoup en précision toute autre détermination précédente. Le procédé qui a été suivi n'est point coûteux, il est fort peu embarrassant, et les détails du mode d'opérer se réduisent à une routine très-aisée. On peut présumer que, d'ici à peu de temps, l'observatoire royal de Greenwich sera lié de la même manière avec les observatoires français et hollandais, que ceux-ci pourront être rattachés de même à des points plus distants; et qu'ainsi toutes les principales contrées de l'Europe seront bientôt comprises dans un vaste système de stations, dont les différences de longitude mutuelles seront très-exactement connues. Altona et Berlin sont à une distance de Greenwich facile à franchir par un signal électrique, et il n'est pas improbable qu'il en sera de même de Vienne.

Le résultat immédiat d'une telle connexion entre les observatoires, est de permettre, du moins dans un grand nombre de cas, de lier entre elles les observations astronomiques faites dans chacun d'eux, comme si elles avaient été faites dans un seul. Mais ce n'est pas là son seul avantage, car la combinaison de mesures géodésiques avec des différences de longitude bien précises, fournit d'excellents matériaux pour la mesure de la terre. Cette combinaison pourra s'effectuer, probablement, sur l'arc de parallèle partant de Valentia, sur la côte ouest d'Irlande, qui a été liée avec Greenwich il y a quelques années par M. Airy, et s'étendant au loin en Russie; ainsi que sur l'arc du paral-

lèle moyen allant de Marennes, sur la côte orientale de France, à Padoue et à Orsova.

Après cette courte digression, je dois revenir, encore pour quelques instants, au sujet principal de cette notice.

L'observatoire de Bruxelles possède une bibliothèque, qui est tenue au courant des ouvrages astronomiques les plus importants, et qui s'alimente principalement par des dons et des échanges d'envois. Un arrêté royal de 1851 a institué à l'observatoire une collection spéciale d'instruments, en faveur des jeunes gens qui cultivent les sciences d'observation, et qui désirent se livrer à des séries d'expériences. Un autre arrêté, antérieur à celui-là, promet des récompenses aux meilleurs chronomètres, qui auront été exposés à l'observatoire pendant un temps déterminé, et qui auront le plus avantageusement subi les épreuves de l'expérience. Mais il ne paraît pas que, jusqu'à présent, il y ait eu de l'empressement pour se prévaloir de ces libérales dispositions.

Le gouvernement a décidé aussi, que des observations météorologiques régulières seraient faites, maintenant, dans les écoles d'agriculture et d'horticulture de Belgique. Les professeurs, chargés de ces observations, ont reçu des instruments comparés à ceux de l'observatoire royal, ainsi que des instructions pour s'en servir, et ils se sont concertés entre eux pour établir de l'uniformité dans leurs travaux, qui ont commencé en janvier 1852. Il résulte de là huit stations nouvelles d'observations de ce genre, à joindre aux six existant déjà, et ce réseau belge pourra se rattacher aux réseaux analogues établis en Russie, en Prusse, en Autriche et en Bavière.

Un officier de marine américain, M. le lieutenant

Maury, directeur actuel de l'observatoire national des Etats-Unis établi à Washington, et déjà connu par divers travaux importants, a eu l'idée de tâcher de généraliser encore plus ce réseau d'observations météorologiques sur le globe, en établissant en mer, tant sur les bâtiments marchands que sur les vaisseaux de guerre, des observatoires flottants, où l'on ferait, à des heures déterminées, des observations de ce genre, avec des instruments et des méthodes comparables entre eux.

Le gouvernement américain, ayant fait des propositions aux États maritimes d'Europe pour se concerter à ce sujet, une conférence a été ouverte à Bruxelles, le 23 août 1853, entre M. Maury et des délégués de neufs États européens, sous la présidence de M. Quetelet. Cette conférence a duré une quinzaine de jours, et le rapport final, très-favorable à la proposition, ainsi que les procès-verbaux des séances ont été publiés en anglais et en français. La plupart des gouvernements qui se sont fait représenter dans cette première conférence, ont déjà pris des mesures pour y donner suite. Il est question, maintenant, d'avoir une seconde conférence, pour chercher à associer les observateurs sur terre et sur mer, et pour former, si cela est possible, un vaste système, embrassant toutes les parties du globe accessibles à l'homme. Outre les savants nommés plus haut, le capitaine James et MM. Sabine, Dove, Kreil, Kupffer et Lamont ont été consultés sur ce projet, comme étant entre les experts les plus compétents pour le discuter.

Quoique je ne sois point appelé à parler ici des nombreux travaux de M. Quetelet, qui sont en dehors de ses fonctions de directeur de l'observatoire de Bruxelles, il

me sera permis de citer, en passant, les titres de quelques-uns de ses ouvrages de philosophie sociale et de statistique [1]. Il a publié avec M. Smits, en 1832, des *Recherches sur la reproduction et la mortalité*, et en 1833, une *Statistique des tribunaux de la Belgique.* Il s'est occupé de plusieurs questions intéressantes relatives au développement de l'homme, et a publié ses principales recherches en ce genre dans deux ouvrages, dont l'un, en deux volumes, a pour titre : *Essai de physique sociale*, ou *Recherches sur l'homme et le développement de ses facultés*; et dont l'autre est intitulé : *Du système social et des lois qui le régissent.* Il a fait paraître aussi, en 1846, des *Lettres au duc de Saxe-Cobourg et Gotha, sur la théorie des probabilités appliquée aux sciences morales et politiques.*

M. Quetelet est président de la Commission centrale de statistique du royaume de Belgique, et, en cette qualité, il a dû prendre une grande part à la rédaction de l'important ouvrage, que cette Commission a publié au commencement de 1853, sous le titre de *Statistique générale de la Belgique.* Un des chapitres de cet ouvrage comprend un résumé général des travaux de météorologie et de physique du globe faits à l'observatoire de Bruxelles, pendant les dix-huit années comprises de 1833 à 1850 inclusivement. Il a fait, pour cette même Commission, un nouveau travail sur la théorie mathématique des tables de mortalité, d'où est résulté une table qui donne, pour la première

[1] Je dois relever ici une légère erreur, qui m'est échappée à la première page de cette *Notice*, au sujet de la *Correspondance mathématique et physique* de M. Quetelet. Ce recueil se compose, en totalité, de onze volumes in-8°, et sa publication n'a cessé qu'en 1839.

partie de la vie, une mortalité beaucoup moins rapide que les tables calculées précédemment, mais qui s'accorde avec elles depuis l'âge de vingt ans. M. Quetelet a été appelé à présider un congrès général de statisticiens, qui s'est ouvert à Bruxelles le 19 septembre 1853, et où se trouvaient des représentants d'un grand nombre de nations, et entre autres de la Suisse. Il est membre associé de presque toutes les sociétés savantes et académies d'Europe et d'Amérique, et il a des relations d'amitié et de correspondance très-étendues avec les savants de ces divers pays. Il a depuis longtemps de nombreux amis à Genève, où il a passé quelques jours en 1830.

Quelque incomplète et imparfaite que soit la notice précédente sur les travaux de M. Quetelet, je me félicite d'avoir pu y rendre un faible hommage d'estime et d'attachement, à un savant aussi honorable par son caractère moral que distingué par sa capacité intellectuelle; et je la termine, en faisant des vœux bien sincères, pour qu'il soit conservé longtemps encore à son pays, à sa famille, à ses amis et à la science.

Sur une forte perturbation magnétique accompagnée d'une apparence d'aurore boréale, observée a Rome dans la soirée du 2 janvier 1854, par le Père A. Secchi. (*Extrait de la correspondance scientifique de Rome* [1].)

Les aurores boréales sont si rares dans nos contrées, que lorsqu'il y en a la moindre apparence; il vaut la peine qu'on la signale; et bien que ces phénomènes ne déploient pas ici les mêmes splendeurs dont ils parent les longues nuits des climats septentrionaux, leur étude n'en est pas moins intéressante. Aussi ai-je l'espoir de ne pas déplaire aux lecteurs de votre journal en leur donnant la relation du phénomène observé dans la soirée du 2 courant, et qui eut tous les caractères d'une aurore boréale, bien qu'ils n'aient pu être discernés qu'avec l'aide d'une attention particulière, comme on le verra par l'exposition qui va suivre.

Vers les 5 h. 45 m. du soir du jour que nous avons

[1] Les observations du savant astronome italien viennent tout à fait confirmer la théorie que j'ai donnée du phénomène des Aurores boréales dans le numéro de décembre 1853 de ce recueil (t. XXIV, p. 337). En effet, je les considère comme des nuages très-légers et très-élevés, essentiellement formés de particules ou petites aiguilles de glace (des cirro-cumuli) que l'électricité rend lumineux en les traversant, en même temps qu'elle les rend susceptibles de prendre une direction déterminée sous l'influence du magnétisme terrestre. Or le Père Secchi a observé le squelette pour ainsi dire de l'Aurore boréale, c'est-à-dire les nuages dirigés et légèrement éclairés seulement sur les bords. (A. d. l. R.)

indiqué, je fus averti par mon aide qu'il se manisfestait dans le magnétomètre une perturbation notable; cela était réellement le cas, puisque de 4 h. 53 m., instant où l'aiguille était à la division de l'échelle indiquée par $4^d,25$ [1], elle se trouvait portée vers les 5 h. 43 m. à $11^d,7$, ce qui porte la variation dans l'amplitude de l'arc à 15',5 vers l'est, c'est-à-dire que la déclinaison était diminuée d'un quart de degré. Dans 5 m. la perturbation s'était encore accrue, et était parvenue à son maximum 17',6 à partir de la position observée à 5 h. 43 m., ou inférieure de 22',8 à celle indiquée pour le même jour à 1 h. 49 m., moment de la plus grande déclinaison occidentale observée le 2 janvier. Mais l'aiguille reprit rapidement sa position; à 6 h. 21 m. elle était revenue à $6^d,65$, et à 7 h. 39 m. elle était descendue à $3^d,45$, déclinaison trop occidentale pour cette heure. Cependant la perturbation n'était pas terminée et l'aiguille reprit si rapidement son mouvement vers l'est que, tandis qu'à 8 h. 14 m. elle était à $4^d,75$, à 8 h. 44 m. elle se trouvait à $13^d,4$ parcourant ainsi, en moins d'une demi-heure, environ 17'. Je rappelai alors à l'observateur les aurores boréales qui, dans les pays septentrionaux, sont accompagnées de ces perturbations, et je m'approchai de la fenêtre pour chercher s'il n'y avait pas quelque trace de ce phénomène. Je ne vis rien de précis, si ce n'est une clarté notable vers le nord, que je supposai provenir de la lune couchée depuis peu, c'est-à-dire vers les 8 h. 28 m.; cependant sa croissance n'étant que de peu de jours et se trouvant sous l'horizon, elle ne pouvait produire tant de lumière. Mais, ainsi que je l'ai

[1] Une division soit degré de l'échelle arbitraire vaut 2',054 d'un degré ordinaire.

dit, on n'en tint pas compte, le ciel étant assez nébuleux vers l'occident. Vers 9 h. 16 m. le barreau aimanté marquait $5^d,5$ ce qui est presque sa position ordinaire des autres soirées, mais en peu de minutes il manifesta de nouveau un mouvement rapide vers l'est, et à 9 h. 36 m. il était à son maximum de déclinaison orientale, $10^d,00$.

L'orage magnétique était donc très-prononcé; et comme il était le plus grand et le plus extraordinaire qui eût été observé depuis que le magnétomètre était établi, je soupçonnai que nous pourrions apercevoir aussi quelque trace d'aurore boréale. Etant donc sorti, je trouvai le ciel couvert de nuages légers et interrompus, de sorte que çà et là quelque grande étoile était visible; l'aspect de ces nuages était assez singulier. Tous ceux qui se trouvaient au nord, et ceux du sud les plus rapprochés du zénith, avaient leurs bords excessivement blancs, tels qu'ils sont ordinairement lorsque la lune, à son 8me ou 10me jour, brille derrière une couche légère de cirro-cumuli. L'apparence était parfaitement la même, et sans la certitude que la lune était déjà fort basse sous l'horizon, j'aurais certainement attribué cette clarté à une influence lumineuse de la lune. On ne pouvait non plus y voir l'effet de la lumière des étoiles puisque, peu de minutes après cette observation, les nuages n'avaient plus cette apparence lumineuse. C'était donc un véritable effet d'aurore boréale. J'avance cette assertion avec une grande certitude, ayant vu plus d'une fois les mêmes phénomènes en Angleterre, quand de magnifiques aurores boréales venaient à se transformer en un ciel laiteux de cirro-cumuli lumineux sur leurs bords. Non-seulement telle était l'apparence du ciel vers les 9 h. 36 m., mais plus tard encore vers les 10 h. 38 m.,

le ciel, généralement nébuleux, présentait vers le nord de longues suites de nuages blanchâtres vers leurs bords, et l'on voyait nettement au nord-ouest une lumière diffuse. Vers 10 h. 58 m. les bords des nuages étaient encore plus lumineux comme s'ils eussent été éclairés par des rayons pâles du soleil. Il ne peut donc y avoir aucun doute que ces apparences lumineuses ne fussent dues à une aurore boréale, et il ne nous restera plus qu'à attendre les rapports des pays plus septentrionaux où elle doit avoir été plus belle si les nuages n'en ont pas intercepté la vue.

Je n'aurais pas fait mention de ce phénomène, et je ne l'aurais pas cru digne de l'attention des savants, s'il ne m'offrait l'occasion de faire deux réflexions. La première est relative à l'importance du magnétomètre, qui nous avertit par ses perturbations de la présence des aurores boréales, et nous en indique ainsi qui autrement fussent restées inobservées. Mais il est encore plus important d'observer le mode de manifestation de ces phénomènes dans nos climats, mode qui, parce que, jusqu'à présent, il a été peu observé, a peut-être empêché de reconnaître pour ce qu'elles étaient, un grand nombre d'aurores boréales dont nous aurions pu avoir été les témoins. Il est impossible de ne pas reconnaître une aurore boréale complète telle qu'elle se manifeste dans les régions boréales voisines des pôles, mais il n'est pas si facile de la découvrir dans nos contrées. Et si le phénomène se manifeste de la même manière qu'il s'est montré cette fois, il risque d'échapper à l'observation, la lueur pouvant en être attribuée à quelque autre cause, comme la lumière lunaire, par exemple.

La seconde réflexion que je désire faire, porte sur la

nature du mystérieux phénomène des aurores boréales, que les apparences observées nous montrent avoir une étroite relation avec les variations météorologiques de l'atmosphère terrestre, et, en particulier, sur la simultanéité qui existe entre la manifestation électrique et la condensation, ainsi que la raréfaction des vapeurs. Il est vrai que, généralement parlant, les perturbations magnétiques ne suivent pas l'état du ciel, mais le fait montre qu'elles sont plus fréquentes dans l'hiver où le temps est plus variable; nous avons déjà remarqué trois perturbations notables depuis le commencement de la mauvaise saison, tandis qu'aucune n'avait été suffisamment sensible pendant le mois précédent. Une semblable relation avec l'état atmosphérique nous paraît d'ailleurs indiquée par l'aspect de brillantes aurores polaires qui, dans leur glorieuse splendeur, rappellent ces systèmes de rayons nébuleux qui, commençant à un point de l'horizon, recouvrent en un clin d'œil tout le ciel comme d'un éventail. Il ne manque à ces rayons que la lumière, le reste de leur structure est identique avec celle des plus magnifiques aurores boréales. Ces rapprochements nous font voir la dépendance où se trouve l'aurore boréale relativement aux variations que subit la vapeur aqueuse dans l'atmosphère; mais pourquoi dans quelques cas sont-elles lumineuses et non dans d'autres, c'est là qu'est le nœud que la science n'a pu encore parvenir à résoudre[1]. Je ferai observer la coïncidence sui-

[1] Dans le mémoire auquel j'ai fait allusion plus haut, j'ai montré que l'apparence lumineuse provient à la fois de la constitution même des nuages qui doivent être, pour devenir lumineux, composés de petites aiguilles de glace et de la concentration des décharges électriques dans le voisinage des régions polaires qui en augmente l'intensité. (A. D. L. R.)

vante qui me paraît remarquable. M. Sabine donne un résumé des nombreuses observations faites dans les observatoires magnétiques anglais, et il a trouvé que l'heure des perturbations extraordinaires de l'aiguille a lieu vers les 9 h. après-midi du temps local. Or, dans la construction graphique d'un grand nombre d'observations thermométriques horaires faites dans l'observatoire, nous avons observé qu'environ vers 9 h. du soir, la courbe diurne, de la température, présente un second maximum qui se manifeste ordinairement par la manière moins rapide dont descend la courbe; celle-ci devient, en approchant de ces points, presque horizontale. Y aurait-il quelque relation mutuelle entre la cause atmosphérique qui, vers cette heure, produit l'aurore et celle qui produit cette variation atmosphérique? Des recherches ultérieures pourront nous l'apprendre [1].

Avant de conclure, j'indiquerai une autre classe de phénomènes à étudier dans ses rapports avec les variations du magnétomètre, et qui n'a été suggérée par l'observation d'une autre perturbation advenue dans la soirée du 6 décembre de l'année 1853. Ce soir-là, à Rome et à Parme, d'après l'observation de M. Colla, l'aiguille dévia de 25′ environ de sa position ordinaire en se dirigeant vers l'est, mais cette perturbation fut de peu de durée. Elle atteignit son maximum vers les 9 h. 25 m., en même temps apparaissait un très-beau *bolide*, de la grandeur apparente de Saturne, et se dirigeant dans le plan vertical de cette planète, du zénith vers le sud-sud-est. Ce qui me semble devoir attirer l'attention des observateurs est de savoir

[1] Ce résultat est tout à fait d'accord avec la cause que j'ai assignée à la production de l'aurore boréale. (A.D.L.R.)

s'il y a quelques relations entre les perturbations magnétiques et les bolides, soit aérolithes. Cette relation n'est pas improbable, puisqu'on sait que ces corps sont ordinairement très-ferrugineux et composés de matériaux presque complétement magnétiques ; si donc une masse semblable et très-considérable venait à passer à une distance de la terre qui ne fût pas trop grande, elle pourrait probablement en altérer, au moins passagèrement, l'état magnétique. La durée de la perturbation ne devant pas être aussi instantanée que l'apparition visible de l'aérolithe, comme on peut s'en assurer avec un peu de réflexion, en tenant compte de la courbe que décrit l'aérolithe autour du globe, grâce à son attraction, on verra, en effet, qu'il doit rester en présence de la terre un temps assez grand pour que cette présence soit manifestée par une perturbation magnétique sensible sur beaucoup de points de notre globe, même assez éloignés les uns des autres. Ce n'est qu'un problème à se poser, et dont la solution, fût-elle même négative, serait utile à la science.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

18. — PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES REMARQUABLES DES FILS DE CUIVRE RECOUVERTS DE GUTTA-PERCHA, par M. FARADAY. (Extrait d'une lettre au professeur de la Rive.)

.... Je me suis dernièrement occupé d'un sujet relatif à l'électricité plein d'intérêt ; les recherches que j'ai faites à cet égard sont à l'impression, et je vous en enverrai incessamment un exemplaire. Voici en peu de mots ce dont il s'agit.

Des fils de cuivre télégraphiques recouverts avec beaucoup de soin de gutta-percha sont disposés de façon que des centaines de milles en soient plongés dans l'eau ; ils donnent encore une décharge très-petite il est vrai, mais sensible *à travers leur enveloppe de gutta-percha*, quand cette enveloppe est unie avec les pôles d'une très-forte batterie voltaïque de 3 à 400 couples. Cent milles de ce fil plongés dans l'eau avec leurs deux extrémités bien isolées, peuvent être chargés par leur communication avec un des pôles de la batterie voltaïque, et cinq ou dix minutes encore après en avoir été séparés ils donnent une décharge ou un courant, sensibles au corps et au galvanomètre, capables d'enflammer de la poudre à canon et de produire en un mot tous les effets statiques et dynamiques de l'électricité. Les cent milles de fil forment de fait une immense bouteille de Leyde, dans laquelle le fil de cuivre d'un seizième de pouce de diamètre, et l'enveloppe de gutta-percha d'un dixième constituent un diamètre total d'un quart de pouce environ ; le fil de cuivre, ou l'armure intérieure de cette bouteille, a 8270 pieds carrés de surface, et l'armure extérieure, soit la couche d'eau qui recouvre la gutta-percha en a 33,000. Mais indépendamment de ce pouvoir de prendre, de conserver et de donner une charge électrique, ce fil possède une propriété très-étonnante quant à sa manière de conduire l'électricité, non quant à l'effet final de cette électricité qui est le

même pour une même longueur du fil, qu'il soit dans l'air ou dans l'eau, mais en ce que, suivant qu'il est dans l'un ou l'autre de ces deux milieux, il fait varier dans le rapport de 100 à 1 et au delà le temps nécessaire pour la transmission des courants de courte durée, soit des ondes (*waves*) de force électrique[1].

---

19. — SUR LA MESURE DES COURANTS ÉLECTRIQUES PAR LE VOLTAMÈTRE, par M. H. MEIDINGER. (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, tome LXXXVIII, p. 57.)

On sait que l'intensité des courants électriques ne peut pas être déterminée avec exactitude au moyen du voltamètre. On a reconnu que l'intensité du courant, la température et le degré de concentration de l'acide, et la grandeur des pôles font varier d'une manière très-sensible la quantité des gaz obtenus ; on a observé aussi dans beaucoup de cas une diminution très-notable dans le volume relatif de l'un des éléments de l'eau, de l'oxygène, dégagé dans cette décomposition. Mais on manque d'expériences dirigées avec méthode, et de manière à recueillir séparément les deux gaz, qui permettent d'apprécier l'influence particulière de ces diverses circonstances et d'assigner la cause des phénomènes que l'on a observés.

M. Meidinger a entrepris ces recherches et paraît être arrivé à découvrir la cause des variations qui se présentent dans l'emploi du voltamètre, et par suite le moyen de les éviter au moins en grande partie.

Dans une première série d'expériences, il a cherché l'influence de l'intensité du courant ; il a reconnu que le volume de l'hydrogène dégagé, pour une même quantité de courant, diminue à mesure que l'intensité du courant s'affaiblit, tandis qu'au contraire le volume de l'oxygène augmente dans une proportion plus ra-

[1] Ce retard provient très-probablement de ce que le fil se chargeant dans l'eau comme une bouteille de Leyde, il ne peut donner sa décharge que quand la charge est opérée, ce qui exige toujours un certain temps, temps d'autant plus long que les armures ont plus de surface. (R.)

pide. Nous nous bornerons à citer les deux termes extrêmes de cette série d'expériences faites à la température ordinaire. Pour un courant produisant une déviation de 39° dans l'aiguille de la boussole les volumes de l'hydrogène et de l'oxygène ont été 44,26 et 18,63. Pour un courant produisant une déviation de 2°, ces volumes ont été 40,22 et 20,26. Avec des courants de faible intensité les volumes relatifs des deux gaz sont sensiblement de 2 : 1, tandis que pour de forts courants on trouve une diminution considérable dans le volume relatif de l'oxygène.

Une seconde série d'expériences a eu pour but de déterminer l'influence de la température du liquide, l'intensité du courant demeurant constante. Il en résulte que, pour des températures variant de + 4° à + 90°, le volume de l'hydrogène ne varie pas sensiblement, tandis que le volume de l'oxygène croît à mesure que la température s'élève. Ainsi pour un courant produisant une déviation de 34 à 40°, les volumes de gaz dégagés ont été :

à 4°	Hydrogène	44,08	Oxygène	17,94
à 67°	»	44,26	»	22,13
à 90°	»	44,54	»	22,84

Pour chaque intensité de courant, il y a une température déterminée pour laquelle les deux gaz se dégagent dans le rapport normal 2 : 1. A des températures inférieures, l'oxygène manque, quelquefois dans une proportion très-notable. A des températures supérieures, il présente au contraire un très-léger excès.

Plus l'intensité du courant est grande, plus est élevée la température qu'il faut atteindre pour que les deux gaz se dégagent dans le rapport normal.

Lorsque l'on fait ces décompositions à une température élevée on observe un phénomène constant, qui trouvera plus loin son explication, c'est que le dégagement de l'oxygène semble se faire, non-seulement au contact du pôle positif, mais presque dans toute la masse du liquide.

Dans une troisième série d'expériences, l'auteur a cherché quelle était l'influence de la concentration du liquide (acide sul-

furique pur étendu d'eau), l'intensité du courant restant la même et la température du liquide demeurant à 20°. Il a trouvé que cette circonstance n'apportait aucun changement dans le volume de l'hydrogène, mais que le volume de l'oxygène diminuait à mesure que le liquide était plus chargé d'acide. Voici les deux termes extrêmes de cette série :

Densité du liquide	1,07	Hydrogène	44,81	Oxygène	22,18
»	1,4	»	44,4		15,74

Ainsi une température basse, un courant d'une grande intensité, et un liquide fortement acide, telles sont les circonstances qui tendent le plus à diminuer le volume de l'oxygène dégagé.

En faisant ces expériences, l'auteur a observé un fait qui avait du reste été déjà signalé, c'est que ces circonstances sont précisément celles qui déterminent la formation de la plus grande quantité d'ozone. On peut donc être disposé à attribuer à la formation de ce corps la diminution observée dans le volume de l'oxygène. Toutefois les expériences que rapporte M. Meidinger ont confirmé deux faits qui résultaient aussi de travaux antérieurs, savoir que l'oxygène ozonisé n'éprouve aucune variation de volume quand on en détruit l'ozone par la chaleur, et que la quantité d'ozone contenu dans le gaz provenant de la décomposition de l'eau est tout à fait insignifiante, en sorte que l'explication ci-dessus énoncée manque de tout fondement.

C'est donc dans le liquide acide que reste l'excès d'oxygène qui ne se dégage pas à l'état gazeux. M. Meidinger a constaté que ce liquide décompose énergiquement l'iodure de potassium. Comme on ne peut attribuer cette propriété à la présence d'ozone dissous dans ce liquide, supposition écartée par l'absence complète d'odeur, il faut admettre que cette réaction est due à la présence de bioxyde d'hydrogène. On sait que ce corps, fort instable par lui-même, acquiert une grande stabilité en présence des acides libres.

Les faits suivants peuvent être invoqués comme des preuves positives de l'existence du bioxyde d'hydrogène dans l'acide qui a servi à la décomposition voltaïque.

Après que l'on a interrompu le courant de la pile, le pôle po-

sitif continue pendant fort longtemps, quelquefois pendant des semaines, à produire un faible dégagement de gaz qui n'est que de l'oxygène pur. Or, on sait que le contact du platine très-pur détermine peu à peu la décomposition de l'eau oxygénée et le dégagement de son oxygène, malgré la présence des acides qui en augmentent la stabilité.

Si l'on chauffe un acide qui a servi longtemps à la décomposition voltaïque, on voit, à mesure que la température s'élève, se dégager une infinité de bulles gazeuses, et l'on peut finir par recueillir un volume très-notable d'un gaz qui n'est encore que de l'oxygène pur.

La présence de ce bioxyde d'hydrogène, qui se décompose par la chaleur, explique le dégagement de bulles d'oxygène dans presque toute la masse liquide, que l'on observe lorsqu'on décompose l'eau acidulée à une température élevée. On voit pourquoi, dans ce cas, il n'y a pas de perte dans le volume de ce gaz, et même, si l'on emploie un acide qui ait déjà servi à de précédentes expériences, on pourra obtenir un excès d'oxygène.

Bien que l'on puisse diminuer considérablement la production de ce composé, il est à peu près impossible d'éviter complétement sa formation. Il convient donc, dans les mesures voltamétriques, de ne point recueillir simultanément les deux gaz provenant de la décomposition de l'eau, mais de se borner à recueillir et à mesurer l'hydrogène sur lequel les variations sont beaucoup moindres.

Nous avons vu que l'auteur a trouvé, dans sa première série d'expériences, que le volume de l'hydrogène dégagé n'est pas exactement proportionnel à l'intensité du courant, il est plus faible pour des courants d'une moindre intensité. Il explique la diminution que l'on observe souvent dans le volume de ce gaz par l'action oxydante qu'il éprouve, à l'instant de sa formation, de la part du bioxyde d'hydrogène qui peut être dissous dans le liquide acide. Il prouve cette influence par l'expérience suivante. On a disposé, dans un même courant, deux voltamètres exactement semblables, mais dont l'un était chargé d'eau acidulée pure, l'autre d'un

liquide semblable qui avait précédemment servi à la décomposition voltaïque, et qui renfermait par conséquent du bioxyde d'hydrogène. On a obtenu 240 cent. cubes d'hydrogène dans le premier voltamètre, et 234 seulement dans le second. Plus le courant est faible, plus cette cause a d'action. Ainsi, en employant dans les deux voltamètres un même acide qui avait déjà servi, mais en prenant pour pôles négatifs dans le premier un fil de platine et dans le second une lame de ce métal, le volume de l'hydrogène a été de 232 cent. cubes dans le premier, et de 225 dans le second. En effet, plus le courant est faible, le dégagement d'hydrogène lent et s'effectuant sur une plus grande surface, plus il a de contact à l'état naissant avec le liquide chargé de bioxyde d'hydrogène.

La réduction de l'étendue superficielle du pôle négatif a, en outre, l'avantage de diminuer l'erreur qui provient de ce qu'une partie de l'hydrogène peut se dissoudre dans le liquide, et va se dégager à sa surface au lieu de se rassembler en bulles dans le tube du voltamètre. Ainsi deux voltamètres semblables ayant été chargés d'eau acidulée pure, l'un d'eux ayant un fil de platine, et l'autre une lame pour pôle négatif, on a obtenu, par le passage d'un même courant très-faible, 243 cent. cubes d'hydrogène dans le premier, et 240 seulement dans le second.

L'auteur conclut de toutes ses recherches que l'on parvient à obtenir, du voltamètre, une indication très-précise de l'intensité des courants, en ayant soin de ne recueillir et de ne mesurer que le gaz hydrogène dégagé au pôle négatif, d'employer de l'eau acidulée pure, qui n'ait pas encore servi ou qui ait été dépouillée par l'ébullition du bioxyde d'hydrogène qui s'y forme dans des expériences de cette nature, et, enfin, de former le pôle négatif d'un simple fil de platine dont il convient de régler la longueur de manière qu'elle soit à peu près proportionnelle à la force du courant. Il donne le tableau d'une série d'expériences faites sur des courants d'intensités très-différentes, avec les précautions que nous venons de signaler, et l'on voit que les quantités d'hydrogène dégagées sont sensiblement égales pour une même quantité de courant.

Lorsque le pôle positif est également formé d'un simple fil de

de platine, la quantité d'oxygène qui reste dissoute dans le liquide, augmente en général à mesure que l'étendue de ce fil diminue; cependant cette augmentation cesse pour un certain raccourcissement du fil, au delà duquel le dégagement d'oxygène va au contraire en augmentant. On peut expliquer ce fait par l'élévation considérable de température qui doit avoir lieu lorsque le pôle est réduit à de très-petites dimensions, et qui empêche la production du bioxyde d'hydrogène.

Pour un courant produisant une déviation de 8° 30′, une longueur de 10 à 11 millimètres, d'un fil de platine de 0^{mm},45 de diamètre, est celle qui convient le mieux pour la production du bioxyde. Dans ces conditions, et à une température de 20°, le volume de l'oxygène dégagé ne s'élève qu'au tiers du volume calculé. Peut-être pourrait-on employer cette méthode pour la préparation du bioxyde d'hydrogène.

20. — Note sur la décomposition de l'eau par le courant voltaïque a différentes températures, par M. L. Soret.

M. H. Meidinger vient de publier un mémoire *sur la mesure des courants électriques par le voltamètre. (Annal. der Chemie und Pharmacie*, tome LXXXVIII, p. 57.) Sans avoir connaissance du travail du chimiste allemand, j'ai exposé quelques résultats analogues aux siens dans la note suivante, que j'ai lue à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève le 19 janvier 1854.

On n'a pas soumis encore à un grand nombre de vérifications la loi des équivalents électro-chimiques de Faraday, loi que l'on peut énoncer ainsi : si l'on fait passer un même courant électrique au travers de plusieurs corps composés, les quantités de ces corps qui sont décomposées sont proportionnelles à leurs équivalents chimiques. Je me suis proposé, dans les expériences qui font le sujet de cette note, d'examiner si la température exerce une influence sur la quantité d'eau décomposée par l'action de la pile.

J'ai pris deux voltamètres formés chacun d'une éprouvette en

verre remplie d'eau distillée, mélangée d'une certaine proportion d'acide sulfurique pur. Les éprouvettes étaient fermées par un bouchon percé de trois trous par lesquels passaient les deux fils de platine employés comme électrodes, et un tube de verre recourbé destiné au dégagement du gaz. Les fils de platine étaient préservés du contact du bouchon par des tubes en verre, dans lesquels ils étaient mastiqués. La fermeture était rendue hermétique au moyen de cire à cacheter dont le bouchon avait été recouvert. On recueillait le gaz dégagé par chaque voltamètre sous deux cloches différentes divisées en demi-centimètres cubes, et placées sur la cuve à eau. L'un des voltamètres était chauffé dans une étuve à vapeur d'eau bouillante, dans laquelle il était plongé jusque tout près du niveau du bouchon. L'autre voltamètre restait à l'air libre. On faisait alors passer simultanément dans les deux appareils le courant de douze éléments de Bunsen.

On plaçait les deux cloches divisées au-dessus des tubes abducteurs au même moment, pendant que le courant était établi, puis lorsqu'elles étaient à peu près pleines, on les retirait ensemble sans interrompre le courant, et on mesurait ensuite le volume de gaz dégagé.

Dans une série d'expériences de cette nature, faites à la suite les unes des autres, j'ai trouvé les chiffres suivants :

Numéros des expériences.	Gaz dégagé par le voltamètre	
	chauffé.	non chauffé.
	c.c	c.c.
1	99,1	97,75
2	104,0	103,9
3	104,75	102,5
4	107,80	108,0
5	106,25	105,75
6	107,25	107,80
7	107,25	107,25

On voit que dans les premières expériences il y a eu plus de gaz dégagé par le voltamètre chaud que par le voltamètre froid. Les

dernières expériences ne donnent plus de différences sensibles; mais il faut observer que la température s'était considérablement élevée dans le voltamètre que l'on ne chauffait pas à cause du passage du courant. On l'a laissée alors se refroidir, et la différence primitive a reparu.

Numéros des expériences	Gaz dégagé par le voltamètre	
	chauffé.	non chauffé.
1	105,1	103,1
2	106,25	105,25
3	107,25	106,0

Pour arriver à un résultat plus concluant, on a maintenu le voltamètre froid dans un mélange de glace et de sel marin, et on a fait deux séries d'expériences qui ont conduit aux résultats suivants:

Numéros des expériences.	Gaz dégagé par le voltamètre		Différence pour 100.
	chaud.	froid.	
1	104,6	102,0	2,549
2	106,5	103,75	2,651
3	103,9	101,5	2,364
	Moyenne de la 1re série.....		2,521
1	107,0	104,3	2,589
2	101,75	99,3	2,467
	Moyenne de la 2me série.....		2,528

Ces expériences ne sont pas d'une très-grande précision; elles ont cependant donné des résultats assez notablement différents, et elles indiquent un dégagement de gaz plus considérable à chaud qu'à froid.

Je suis arrivé au même résultat au moyen d'un autre appareil par lequel j'ai déterminé la quantité d'eau décomposée en dosant l'hydrogène dégagé comme dans une analyse organique. Cet appareil se composait de deux voltamètres analogues à ceux des expériences précédentes, avec cette seule modification que le bouchon qui les fermait était traversé par un autre tube en verre, plon-

geant jusqu'au fond du liquide, muni d'un robinet, par lequel on faisait arriver un courant d'air produit par un gazomètre. Le gaz qui se dégageait par le tube abducteur traversait des appareils desséchants composés pour chaque voltamètre d'un flacon laveur rempli d'acide sulfurique concentré, puis de deux tubes en U remplis de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique. Le gaz desséché, avant d'arriver au tube à combustion, passait encore dans un flacon de mercure de manière à ce que la combustion du gaz ne pût pas se propager jusque dans les appareils desséchants, au cas où la proportion de gaz détonant aurait été trop forte. (Dans le fait, ces flacons n'ont pas eu une grande utilité, parce que toutes les fois qu'il y avait détonation une portion de gaz traversait trop brusquement les appareils destinés à recueillir l'eau produite.) Les deux tubes à combustion, correspondants chacun à l'un des voltamètres, étaient placés sur le même long fourneau en tôle ; ils étaient remplis d'oxyde de cuivre. En sortant de ces tubes, les gaz traversaient deux tubes en U remplis de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique qui absorbait l'eau formée.

Pour faire l'expérience, on commençait à faire passer le courant d'air provenant des deux gazomètres, afin de bien dessécher les appareils et l'oxyde de cuivre que l'on chauffait pendant ce temps. Puis, sans interrompre le courant d'air, on faisait passer par les deux voltamètres le courant produit par quatre ou cinq éléments de Bunsen.

Le gaz de la pile était ainsi mélangé d'une proportion d'air suffisante pour qu'il n'y eût pas de détonation dans l'appareil, et que l'hydrogène fût brûlé successivement pendant son passage sur l'oxyde de cuivre chauffé au rouge. Quand on avait laissé agir la pile pendant un temps convenable, on arrêtait le courant électrique et l'on continuait à faire passer l'air de manière à faire parvenir toute l'eau formée dans les tubes destinés à son absorption. Les tubes étaient pesés avant et après l'expérience, et leur augmentation de poids indiquait la quantité de gaz dégagé par chaque voltamètre. Après quelques essais préliminaires pour déterminer la vitesse convenable du courant d'air et le nombre d'éléments qu'il fallait em-

ployer, j'ai fait quelques expériences en ne chauffant aucun des voltamètres, afin de reconnaître s'ils produisaient la même quantité de gaz lorsqu'ils étaient à la même température. J'ai obtenu ainsi les chiffres suivants :

Numéros des expériences.	Eau produite par la combustion de l'hydrogène dégagé par le 1er voltamètre.	Eau produite par la combustion de l'hydrogène dégagé par le 2me voltamètre.	Différence.
	gr.	gr.	gr
1	0,2131	0,2143	0,0012
2	0,4162	0,4192	0,0033
3	0,1430	0,1482	0,0052 [1]

Les différences rentrant dans les erreurs possibles d'observation, j'ai commencé les expériences en chauffant l'un des voltamètres dans la vapeur d'eau bouillante et en refroidissant le second dans de la glace mélangée de sel marin. Quatre expériences n'ont amené à aucun résultat, et m'ont forcé à modifier quelque peu la disposition de l'appareil ; j'ai dû, en particulier, baigner dans l'eau froide le bouchon du voltamètre chauffé dont le mastic fondait ; j'y suis parvenu en ajustant sur le couvercle de l'étuve un petit manchon en verre qui maintenait de l'eau froide ou de la glace autour du bouchon. J'ai obtenu alors les résultats suivants :

Numéros des expériences.	Eau produite par la combustion de l'hydrogène dégagé par le voltamètre chaud.	Eau produite par la combustion de l'hydrogène dégagé par le voltamètre froid.	Différence absolue.	Différence pour 100.
	gr.	gr.		
1	0,2254	0,2239	+0,0015	+0,67 [2]
2	0,3348	0,3226	0,0122	3,67
3	0,4119	0,3855	0,0264	6,85
4	0,1565	0,1494	0,0028	2,82

Bien que ces résultats ne soient pas parfaitement concordants, ils

[1] Dans cette troisième expérience on a reconnu que le voltamètre n° 1 perdait un peu.

[2] Dans cette première expérience, l'appareil correspondant au voltamètre chaud perdait un peu

indiquent constamment un dégagement plus considérable dans le voltamètre chaud. Cette différence peut tenir à ce qu'il y a réellement plus d'eau décomposée à chaud qu'à froid, auquel cas la loi de Faraday ne serait pas rigoureusement exacte : mais elle peut tenir aussi à d'autres causes, par exemple à une recomposition partielle d'eau dans l'intérieur du voltamètre froid au contact des fils de platine.

Conclusions. — 1° Un même courant électrique traversant un voltamètre chauffé et un voltamètre refroidi produit un dégagement de gaz plus considérable dans le premier que dans le second. Cette différence se manifeste soit que l'on mesure l'oxygène et l'hydrogène mélangés, soit que l'on dose l'hydrogène seulement.

2° On devra examiner dans d'autres expériences si cette différence est due réellement à une différence dans la quantité décomposée, ou si elle provient d'autres causes.

D'après M. Meidinger, il se formerait du bioxyde d'hydrogène lors de la décomposition de l'eau à froid, l'hydrogène serait partiellement brûlé par ce corps, tandis qu'à une température plus élevée le bioxyde d'hydrogène ne se produirait pas ; de là naîtraient les différences que j'ai observées.

---

21. — Sur la conductibilité physique des liquides. Courant partiellement transmis par l'eau sans décomposition, par M. Léon Foucault.

J'ai essayé de démontrer par une expérience nouvelle[1] que les liquides composés possèdent généralement une conductibilité propre ou physique indépendante de leur conductibilité électrolytique ou chimique, et qui leur permet de transmettre une certaine quantité d'électricité sans subir de décomposition. En vertu de cette conductibilité physique, un couple hydro-électrique ne demeure jamais au repos absolu, et lors même que les pôles ne communiquent pas

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), 1852, tome XXIV, page 263.

métalliquement, le circuit se ferme par le liquide lui-même qui joue alors le rôle d'un conducteur imparfait non décomposable.

Prenant par exemple pour origine du courant la surface du métal attaqué, j'admets que l'électricité positive suit d'abord sa marche ordinaire à travers le liquide, gagne la lame négative par voie électrolytique, et qu'au lieu d'y rester accumulée à l'état de tension, elle revient ensuite au métal attaqué à travers le liquide en opérant ce retour par voie de conductibilité physique. Tout en s'effectuant ainsi à travers le même liquide, l'allée et le retour ne s'opèrent donc pas suivant le même mode de conductibilité; dans un sens l'agent électrique se propage par voie de conductibilité chimique et dans l'autre par voie de conductibilité physique; tout en franchissant le même milieu dans deux directions opposées, il ne suit pas moléculairement le même chemin. Telle est la notion nouvelle qu'il importe d'introduire dans la science, si l'on veut, comme je l'ai déjà dit, ramener aux principes de l'électro-chimie les réactions qui se passent entre liquides composés.

Tout élément hydro-électrique dont les pôles sont maintenus séparés, n'en constitue donc pas moins un circuit qui se complète par l'interposition du liquide lui-même, comme il se compléterait par l'emploi d'un milieu sensiblement et physiquement conducteur; il en résulte que les tensions apparentes des pôles sont toujours moindres qu'elles ne seraient si le liquide était dépourvu de toute conductibilité physique; il en résulte aussi que ces tensions sont d'autant plus faibles que le liquide a moins d'épaisseur et permet une circulation plus active. Voilà pourquoi, toutes choses égales d'ailleurs, l'opposition de deux couples donne toujours l'avantage à celui dont les plaques sont le plus écartées. Le phénomène étant très-général ne reconnaît, selon moi, que cette explication, et démontre péremptoirement l'existence d'une conductibilité physique dans les liquides communément employés.

Néanmoins, quelques personnes répugnent encore à douer les liquides composés d'une propriété qui compromettrait dans sa rigueur la loi électrolytique de M. Faraday; et suivant la judicieuse remarque de M. de la Rive, il importerait de montrer qu'un même

courant peut effectivement traverser plusieurs électrolytes sans donner des produits de décomposition proportionnels aux équivalents chimiques.

Si un liquide à décomposer possède les deux sortes de conductibilité, l'une chimique C, l'autre physique c, tout courant dirigé à travers ce milieu se partagera en deux autres dont les intensités seront proportionnelles à C et c. La partie chimiquement transmise agira seule sur l'électrolyte, en sorte que le produit de la décomposition sera réduit dans le rapport de $C + c$ à C. Or l'expression $\frac{C}{C+c}$ est toujours plus petite que l'unité et varie d'ailleurs dans le même sens que $\frac{C}{c}$.

Il suffit donc d'altérer le rapport $\frac{C}{c}$ dans deux électrolytes consécutifs pour que les produits de la décomposition dérogent à la loi de Faraday.

Mes expériences sur les piles sans métal m'avaient déjà désigné l'eau distillée comme possédant une conductibilité physique considérable par rapport à sa conductibilité chimique ; dès lors j'ai pensé qu'en acidulant cette eau, je ne ferais qu'accroître sa conductibilité chimique sans changer notablement la conductibilité physique, et que dans tous les cas altérant considérablement le rapport $\frac{C}{c}$ je me procurerais deux liquides capables de donner, sous l'influence d'un même courant, des produits de décomposition très-inégaux.

J'ai donc disposé sur le trajet d'un même courant, fourni par trois couples de Grove, deux voltamètres identiques en tous points, si ce n'est que l'un contenait de l'eau distillée et l'autre une eau aiguisée de $\frac{1}{50}$ d'acide sulfurique.

Aussitôt les communications établies, les dégagements ont commencé avec des activités inégales, et ont persisté aussi longtemps qu'il a été nécessaire pour recueillir d'un côté dix centimètres cubes et de l'autre un centimètre seulement. L'expérience reproduite plusieurs fois a toujours donné un résultat contraire à l'expression ordinaire de la loi électrolytique.

Quand on veut rendre le résultat promptement apparent, il est utile de former chaque voltamètre d'un faisceau de lames de platine bien dressées, maintenues à une fraction de millimètre les unes des autres, et constituées alternativement par un système de contacts dans des états électriques opposés. L'expérience ainsi produite est prompte, décisive, et dément en quelques minutes ce que l'on croyait savoir de mieux assuré relativement aux décompositions électrolytiques.

Si, au lieu de conserver deux voltamètres semblables, on réduit à deux fils de platine celui qui fonctionne à l'eau acidulée, on établit entre les deux appareils une différence conditionnelle qui est à l'avantage de la conductibilité physique dans l'un, et de la conductibilité chimique dans l'autre, et alors le phénomène s'exagère au point que le courant passe à travers l'eau distillée sans décomposition sensible, et produit dans l'autre voltamètre une effervescence active et soutenue. En opérant de la sorte, j'ai obtenu des quantités de gaz assez considérables, et qui se dégageaient en présence de quantités de liquides assez petites pour qu'il ne soit pas possible d'admettre qu'une simple dissolution des produits de décomposition ait pu m'en imposer.

Il est donc bien prouvé que l'eau pure possède pour l'électricité une conductibilité propre et indépendante de toute décomposition chimique. Il est même probable que ce pouvoir conducteur persiste dans les dissolutions communément employées à former des combinaisons voltaïques ; s'il échappe alors aux moyens d'investigation ordinaires, cela tient à l'extrême prédominance de la conductibilité chimique, ou en d'autres termes à l'énorme valeur du rapport $\frac{C}{c}$. La méthode d'opposition que j'ai employée pour mettre en évidence ce mode de transmission de l'électricité dans les liquides, a précisément pour but de restreindre les phénomènes concommittants de conductibilité chimique, et de faire prédominer ceux qui procèdent de la conductibilité physique[1].

---

[1] Les nouvelles expériences de M. Foucault sont certainement très-re-

CHIMIE.

22. — SUR LE PYROTARTRATE AMMONIQUE ET LA MODIFICATION QU'IL ÉPROUVE PAR LA CHALEUR, par A.-E. ARPPE. (*Ann. der Chemie und Pharmacie*, tome LXXXVII, p. 228.)

Jusqu'à présent l'on ne connaissait qu'une seule combinaison d'acide pyrotartrique et d'ammoniaque, savoir le bipyrotartrate qui se dépose en beaux cristaux dans un mélange d'acide pyrotartrique et d'ammoniaque. Comme cette combinaison acide se produit même par l'évaporation spontanée d'une dissolution fortement ammoniacale, on aurait pu en conclure que l'acide pyrotartrique ne pouvait pas former un sel neutre avec l'ammoniaque. Cependant cette combinaison neutre existe, et peut s'obtenir en faisant passer un courant de gaz ammoniac sec dans une dissolution alcoolique d'acide pyrotartrique.

Au commencement de cette opération, le bipyrotartrate se forme en premier lieu et en grande abondance, puis il se redissout peu à peu, mais le dépôt ne disparaît pas complétement parce qu'il se produit une nouvelle combinaison plus insoluble, sous la forme d'une poudre blanche, dont la quantité augmente à mesure que la dissolution se sature de gaz ammoniac.

Cette combinaison est le *pyrotartrate ammonique neutre*. Elle constitue une poudre blanche cristalline, un peu agglutinée, très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, et que l'alcool bouillant ramène à l'état de bipyrotartrate en en dégageant de l'ammoniaque. Sous l'influence de la chaleur elle perd de l'ammo-

marquables; elles ne nous paraissent pas cependant encore complétement concluantes, quand on les rapproche de celles de M Meidinger (p. 170). Ne peut-il pas arriver, en effet, que dans le voltamètre, où il n'y a que peu ou point de dégagement gazeux, la recomposition des gaz ou la production de l'eau oxygénée soient rendues plus faciles ? Les circonstances qui favorisent le succès de l'expérience sembleraient valider cette manière de voir. Du reste, nous sommes prêts à reconnaître avec M. Foucault que, si ses conclusions ne nous paraissent pas pouvoir encore être admises sans appel, les conclusions contraires ne doivent pas l'être non plus.

(A. D. L. R.)

niaque, et passe peu à peu à l'état de sel acide. A une température supérieure à 140° et en opérant dans une cornue le sel acide entre en fusion, et continue à perdre de l'ammoniaque, le résidu dans la cornue devient de plus en plus épais et foncé, tandis que l'on recueille dans l'allonge de l'eau ammoniacale et une huile neutre qui se fige déjà en partie dans le col de la cornue.

Les cristaux qui se déposent dans le col de la cornue ainsi que ceux que l'on obtient par l'évaporation de l'eau ammoniacale sont la *bipyrotartramide* brute. Pour les débarrasser de la couleur jaune et de l'odeur empyreumatique on les redissout dans de l'eau à une douce chaleur, puis on exprime dans du papier à filtre les cristaux qui se déposent par le refroidissement. On répète cette opération jusqu'à ce qu'on obtienne des cristaux incolores et inodores.

En effectuant la décomposition du sel ammonique à 115° elle est un peu plus longue mais en définitive l'on gagne du temps, en ce qu'on n'a point d'opérations de purification à faire, l'acide se déposant directement dans le col de la cornue, en cristaux d'une blancheur éclatante, et l'on obtient un produit plus abondant.

La bipyrotartramide, que l'auteur appelle par contraction bipyrtramide, a une saveur fraîche, un peu amère et acide; en dissolution dans l'eau, elle rougit le papier de tournesol, mais elle ne présente, du reste, aucun autre caractère propre aux acides : ainsi elle ne se combine pas avec l'ammoniaque. Elle fond à 66° et produit un liquide huileux qui laisse sur le papier une tache de graisse persistante. Par le refroidissement ce liquide se prend en masse cristalline feuilletée, grasse au toucher. La cristallisation part d'un centre et, si la masse est peu considérable, donne lieu à des disques rayonnés circulaires très-réguliers.

Ce corps se vaporise déjà à la température du bain-marie; il entre en ébullition à 280°, mais le point d'ébullition n'est pas constant, et vers 300° il se volatilise rapidement en laissant un résidu charbonné. Soumis à la distillation, il passe ordinairement sous forme de masse cristalline compacte, mais si l'on ménage la température, il sublime en lames minces brillantes analogues à la naphtaline, d'autres fois en cristaux bien déterminés.

Les dissolutions dans l'éther, l'alcool et l'eau le déposent en aiguilles fines et brillantes dont l'apparition est fort retardée quand la bipyrtramide est impure. Ces cristaux sont des tables hexagonales du système rhomboédrique.

La bipyrtramide ne renferme pas d'eau de cristallisation. Elle se dissout en très-grande quantité dans l'eau, et cristallise à l'état anhydre dans cette dissolution. Elle se dissout aussi très-facilement dans l'éther, l'alcool, les acides et les alcalis. Par l'ébullition dans une dissolution concentrée de potasse elle se décompose avec dégagement d'ammoniaque et se convertit en bipyrotartrate potassique, qui cristallise presque immédiatement lorsqu'on sature la dissolution par de l'acide acétique.

L'analyse par combustion de la bipyrtramide a conduit à la formule $C^{10}H^7NO^4$ qui correspond à 53,10 carbone, 6,19 hydrogène, 12,39 nitrogène et 28,32 oxygène. Le bipyrotartrate donne donc naissance à la bipyrtramide en perdant 4 atomes d'eau :

$$NH^4O, C^5H^3O^3 + HO, C^5H^3O^3 - 4\,HO = C^{10}H^7NO^4.$$

La bipyrtramide correspond parfaitement à la bisuccinamide quant à la formation, la composition et les propriétés générales. De même que cette dernière elle se combine avec l'oxyde plombique, et forme une combinaison basique à réaction fortement alcaline, qui renferme deux équivalents de bipyrtramide, cinq équivalents d'oxyde plombique et cinq équivalents d'eau. Cette combinaison attaque le papier du filtre d'une manière singulière, même lorsque la dissolution est très-étendue le papier gonfle considérablement, devient gélatineux, et se réduit par la dessication en une masse cornée qui, à l'approche d'un corps en ignition, brûle comme de l'amadou, en ramenant le plomb à l'état métallique.

Les essais que l'auteur a faits pour préparer une combinaison de la bipyrtramide avec l'oxyde argentique ont moins bien réussi, car les cristaux qu'il a obtenus par l'évaporation renfermaient à peine 4 pour 100 d'argent.

---

23. — SUR L'ALCOOL CORRESPONDANT A L'ACIDE BENZOÏQUE, par M. S. CANNIZZARO. (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, tome LXXXVIII, p. 129.)

En faisant agir une dissolution alcoolique de potasse sur l'essence d'amandes amères, on obtient une huile incolore, plus pesante que l'eau, bouillant à 204°, dont la composition correspond à la formule $C^{14} H^8 O^2$. Bien que cette formule ne permette pas de la ranger dans le groupe des alcools proprement dits ($C^n H^{n+2} O^2$), cette substance se comporte cependant comme un alcool, dont l'essence d'amandes amères $C^{14} H^6 O^2$ constituerait l'aldéhyde.

Ce nouvel alcool se transforme en hydrure de benzoïle sous l'influence de l'acide azotique ordinaire à une température peu élevée, en acide benzoïque par l'action de l'acide chromique. Sa vapeur, en passant sur l'éponge de platine chauffée au rouge, produit une huile plus légère que l'eau, qui paraît être le carbure $C^{14} H^6$.

Le gaz acide chlorhydrique est absorbé avec dégagement de chaleur par l'alcool benzoïque; il se forme une dissolution aqueuse de cet acide, que surnage une combinaison éthérée $C^{14} H^7 Cl$. C'est un liquide très-réfringent, d'une odeur forte, plus pesant que l'eau, bouillant entre 180 et 185 degrés. La potasse caustique le décompose en régénérant l'alcool benzoïque. Une dissolution alcoolique d'ammoniaque le décompose aussi en produisant une base cristallisable, moins fusible que la toluidine.

L'alcool benzoïque traité par un mélange d'acide acétique et d'acide sulfurique, produit une sorte d'éther composé :

$$C^{18} H^{10} O^4 = C^4 H^3 O^3, C^{14} H^7 O.$$

C'est un liquide incolore, plus lourd que l'eau, bouillant à 210°, d'une odeur aromatique très-agréable ; la potasse caustique le décompose en régénérant l'alcool benzoïque et l'acide acétique.

Ce nouvel alcool est, suivant l'auteur, le type de toute une nouvelle classe d'alcools dont il poursuit l'étude.



24. — RECHERCHES SUR DE NOUVELLES COMBINAISONS SALICYLIQUES, par M. Ch. GERHARDT. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 9 janvier 1854.)

Les éthers salicyliques, découverts par M. Cahours, présentent des anomalies jusqu'ici inexpliquées. En effet, ces composés se combinent avec les bases et jouent le rôle de véritables acides, bien que leur composition corresponde à celle des éthers neutres. En outre, lorsqu'on les traite par le chlore ou le brome, ces agents attaquent en premier lieu, et modifient par substitution, l'élément salicylique, en produisant les éthers des acides chlorosalicyliques et bromosalicyliques, tandis que, pour tous les autres éthers, l'action du chlore et du brome s'exerce en premier lieu sur les éléments éthyliques ou méthyliques, de manière à donner des produits chlorés ou bromés que les alcalis ne transforment plus en alcool ou en esprit de bois.

M. Gerhardt explique ces anomalies en admettant que ces composés ne sont point les véritables éthers de l'acide salicylique, mais leur sont seulement isomériques. Suivant lui, le méthyle et l'éthyle, au lieu de s'être substitués à l'hydrogène basique de l'acide salicylique, comme cela aurait lieu pour produire les éthers de cet acide, se sont substitués à un équivalent d'hydrogène du radical salicylique lui-même, en sorte qu'ils constituent les hydrates de méthylsalicyle et d'éthylsalicyle, ou, si l'on veut, les acides méthylsalicylique et éthylsalicylique. Ainsi au lieu de représenter leur composition par les formules :

$$C^{14}H^{5}O^{5}, C^{2}H^{3}O \quad \text{et} \quad C^{14}H^{5}O^{5}, C^{4}H^{5}O$$

il faudrait les formuler :

$$\left.\begin{matrix} C^{14}H^{4} \\ (C^{2}H^{3}) \end{matrix}\right\} O^{5}, HO \quad \text{et} \quad \left.\begin{matrix} C^{14}H^{4} \\ (C^{4}H^{5}) \end{matrix}\right\} O^{5}, HO$$

Ces composés seraient donc, aux véritables éthers salicyliques, ce que les acides métacétique et butyrique sont aux éthers acétiques de l'esprit de bois et de l'alcool.

Cette supposition conduisait à diverses conséquences, dont M. Gerhardt s'est hâté de constater la réalité.

Ainsi il a démontré, par ses expériences sur les acides anhydres, qu'on peut remplacer l'hydrogène basique des acides, ou le métal des sels, par des groupes oxygénés benzoïle, cumyle, acétyle, etc.; il devait donc pouvoir effectuer un semblable échange dans les éthers salicyliques.

L'expérience a pleinement justifié ses présomptions. Rien n'est plus facile en effet, que d'*éthérifier* les éthers salicyliques, comme on éthérifie l'alcool ou l'esprit de bois. Si, par exemple, on met l'alcool ou l'esprit de bois en contact avec le chlorure de benzoïle ou le chlorure de succinyle, on obtient un dégagement d'acide chlorhydrique, ainsi que du benzoate d'éthyle, du succinate de méthyle, etc. Qu'on traite les éthers salicyliques par les mêmes chlorures, la réaction sera encore la même, et l'on obtiendra du benzoate d'éthylsalicyle, du succinate de méthylsalicyle, etc. En un mot, on peut, avec un éther salicylique et le chlorure d'un acide quelconque, produire autant de composés qu'on en obtient avec un alcool et un semblable chlorure.

Tous les composés ainsi préparés sont parfaitement cristallisés.

Le *benzoate de méthylsalicyle* s'obtient en faisant réagir à chaud de l'huile de gaultheria (salicylate méthylique) et du chlorure de benzoïle et cristallise en beaux prismes rhomboïdaux, renfermant :

$$\left.\begin{matrix} C^{14}\ H^{4} \\ (C^{2}\ H^{3}) \end{matrix}\right\} O^{5}, C^{14}\ H^{5}\ O^{3}.$$

Le *benzoate d'éthysalicyle* se prépare par le même procédé au moyen de l'éther salicylique.

Le *cuminate de méthylsalicyle* cristallise dans l'alcool bouillant en paillettes rhombes très brillantes; le *succinate* se dépose, par le refroidissement de sa dissolution alcoolique, sous la forme de grosses lames rectangulaires composées de fibres juxtaposées qui se détachent aisément.

L'auteur a également essayé, dans le but de produire le chlorure de méthylsalicyle, de soumettre l'huile de gaultheria à l'action du perchlorure de phosphore; mais, dans la réaction très-énergique de ces deux corps, le groupe méthylsalicyle se défait, et l'on obtient du chlorure de méthyle, ainsi qu'un chlorure nouveau, le chlorure de salicyle $C^{14}\ H^{5}\ O^{4}\ Cl$.



Ce corps ne doit point être confondu avec la substance à laquelle M. Piria donne le même nom, et qui, suivant M. Gerhardt, représente l'hydrure de chlorosalicyle. Le chlorure de salicyle est une liqueur fumante que l'eau décompose à la manière des chlorures de silicium, de phosphore, d'acétyle, etc., en acide chlorhydrique et en acide salicylique; il réagit d'une manière violente sur l'alcool et sur l'esprit de bois, en les transformant en éthers salicyliques. On a pu, à son aide, produire le *salicylate amylique* qu'on n'avait pas encore réussi à préparer.

M. Gerhardt ne dit point que les éthers ainsi préparés diffèrent de ceux qu'a obtenus M. Cahours, et qu'il considère comme les acides méthylsalicylique et éthylsalicylique. Il eût été cependant important d'établir comment la réaction de l'esprit de bois ou de l'alcool sur le chlorure de salicyle peut donner lieu à des composés de cette nature au lieu de produire de véritables éthers. Il nous semble que ce dernier mode de production de ces composés est difficile à concilier avec l'hypothèse de l'auteur sur leur constitution.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

25.—Sur la géologie du lac La Pluie, Amérique du Nord, par M. Bigsby. (*Société géolog. de Londres*, 4 janvier 1854.)

Le bassin de ce lac, qui est placé au nord-ouest du lac Supérieur, est formé de schistes chloriteux, de schistes micacés, de gneiss et autres schistes cristallins associés à des granits et à des syénites. Le tout occupe une vaste étendue. Le calcaire silurien se trouve sur le bord méridional du lac. Ces roches sont le prolongement de celles qui se trouvent à la source du Mississipi et au Fond du lac (lac Supérieur). Il résulte de l'examen de la structure du sol que la chaîne plutonique du nord du lac Supérieur, dirigée du nord-est au sud-ouest, est le principal axe de dislocation de cette grande région de l'Amérique du Nord. En effet, au lac La Pluie et le long de la succession des lacs de ce pays (225 milles de longueur) dont la direction est celle de la partie la plus large du lac Supérieur, toutes

les roches plongent au nord, tandis que les couches des terrains correspondants du Wisconsin et du Michigan plongent au sud avec une constance qui se maintient sur plusieurs milliers de milles carrés.

---

26. — SUR LE GRANIT, par M. DELESSE. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1853, tome X, 254.)

L'étude des roches granitiques a amené l'auteur à les diviser en deux classes qui paraissent être distinctes dans les montagnes des Vosges. Il les distingue sous les noms de *granit des Ballons* et *granit des Vosges*. Ils contiennent l'un et l'autre du quartz, de l'orthose et du feldspath du sixième système, et du mica foncé, attaquable par les acides. Le granit de Ballons contient souvent de l'hornblende et du sphène, il est fréquemment porphyroïde. Sa teneur en silice paraît être entre 63 et 71 pour cent. Le granit des Vosges contient souvent de la pinite, du grenat, du graphite et enveloppe quelquefois des amas de calcaire cristallin. Ce granit est généralement grenu, et il prend souvent la structure gneissique; sa teneur en silice est entre 66 et 77 pour cent.

« Lorsqu'on étudie le gisement des granits que je viens de décrire, dit M. Delesse, on reconnaît que le *granit des Ballons* est éruptif et qu'il forme les parties les plus élevées de la chaîne granitique; au contraire, le *granit des Vosges* a plutôt les caractères d'une roche métamorphique, et il forme les contre-forts de la chaîne granitique: de ces deux granits, celui dont la teneur en silice est ordinairement la plus petite et la teneur en alumine la plus grande, est donc celui qui est le plus récent.

— « La distinction de deux granits dans la chaîne des Vosges n'est pas simplement locale, et elle me paraît présenter beaucoup d'importance à cause de sa généralité: une distinction analogue peut en effet s'établir dans la plupart des régions granitiques, et il serait facile de citer à cet égard de nombreux exemples parmi lesquels je mentionnerai seulement la rive droite du Rhin, la Normandie, la Bretagne, l'Auvergne, l'Irlande, etc.

« La généralité des observations qui précèdent résulte d'ailleurs de ce que les phénomènes géologiques qui ont formé les roches granitiques se sont reproduits les mêmes à différentes époques, et surtout de ce qu'ils embrassent une très-grande échelle ; par suite, comme l'a fait remarquer M. G. Rose, il n'est pas étonnant que l'observation ait montré, dans la plupart des régions granitiques, deux granits, dont l'un est *porphyroïde* et à *un* seul *mica*, tandis que l'autre est *grenu* et *à deux micas ;* le granit à *un mica* est d'ailleurs plus récent et généralement moins riche en silice que le granit à *deux micas* dans lequel il a fait éruption.

---

27. — Sur les limites supérieures des dépôts glaciaires de l'île de Man, par M. Cumming. (*Société géolog. de Londres,* 4 janvier 1854.)

L'auteur, qui s'est occupé déjà plusieurs fois de la description géologique de l'île de Man, traite maintenant de l'état de cette île à l'époque glaciaire. Dans toute la partie méridionale de l'île la surface de calcaire est usée et striée dans la direction du nord-est au sud-ouest. Ces traces de frottement s'étendent au-dessous du niveau de la mer, et se voient dans toutes les localités où l'argile erratique est enlevée. Les failles de ce pays se sont produites avant le dépôt de cette argile, leurs bords sont nivelés et recouverts. Cette argile a recouvert les collines de Mull jusqu'à une grande hauteur et les roches polies se voient encore à 460 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les blocs se trouvent jusqu'au sommet des collines placées entre Brada head et South Barrule. Ainsi on les voit dans cette dernière localité à 1595 pieds au-dessus du niveau de la mer, tandis que le granit *en place* est situé à 800 pieds au-dessous du sommet.

L'auteur conclut que, durant l'époque glaciaire, il y eut dans l'île de Man un abaissement graduel du sol qui a été de 1600 pieds au moins. D'après l'apparence de certaines terrasses placées près de quelques-uns des passages des montagnes, et d'après l'absence des cavités dans les falaises, il pense que cette île est res-

sortie des eaux d'une manière graduelle. En dernier lieu le fond entier de la mer d'Irlande était à l'état de terre sèche. C'était l'époque de l'immigration du grand cerf irlandais (Megaceros hibernicus).

Ce mouvement du sol fut suivi d'un affaissement partiel de cette région, d'une période de tranquillité et d'un nouveau rehaussement de douze pieds de hauteur environ.

---

28. — (ON THE ORIGIN.....) SUR L'ORIGINE DU SOL QUI RECOUVRE LA CRAIE DU KENT, par M. J. TRIMMER. (*Quarterly Journ. of Geological Society*, 1853, tome IX.)

On sait que l'étude de l'ancienne extension des glaciers, qui était à peine admise il y a quelques années, et qui maintenant n'est presque plus contestée, a fait reconnaître qu'elle était le produit d'une époque durant laquelle la température a été plus basse qu'elle n'était auparavant et qu'elle n'a été depuis.

Cette période paraissait d'abord n'avoir eu qu'une courte durée, mais les travaux des divers savants ont constaté que, pendant qu'elle régnait, il s'était passé successivement, à la surface de la terre, des phénomènes qui réclament chacun séparément un temps considérable. Par conséquent cette période a pris aux yeux des géologues une longueur qu'elle n'avait point d'abord, et leurs recherches semblent devoir l'agrandir encore. On lui a donné le nom de Pleistocène.

M. Trimmer a présenté à la Société géologique de Londres plusieurs mémoires sur la distribution des divers terrains erratiques, et sur l'origine du sol en Angleterre. Il entend par le mot sol un ensemble de matériaux plus ou moins meubles et d'origine tout à fait récente.

Ce sol doit représenter, comme il le dit dans son mémoire de 1850, l'époque qui s'est écoulée entre le desséchement des couches apportées par la mer glaciale et le commencement de l'époque historique.

Il accompagne son travail de cartes que nous avons repro-

duites et qui font bien saisir les configurations successives que les îles britanniques ont présentées durant le cours de cette période.

Il arrive à déterminer ces différents reliefs au moyen de l'examen du sol, ces reliefs nous semblent être à peu près les mêmes que ceux déterminés par M. Forbes, il y a quelques années, et il me paraît difficile que les beaux mémoires de ce savant, dont nous avons souvent entretenu nos lecteurs (*Archives*, 1846, I, 348; 1847, VI, 73; 1851, XVII, 75) n'aient pas puissamment contribué à guider M. Trimmer dans ses recherches. Nous rappellerons également le travail de M. Martins (*Archives*, 1848, VIII, p. 96).

M. Trimmer, en 1852, avait combattu l'idée assez généralement admise que le sol doit son origine à la décomposition du sous-sol ou des roches en place, et il avait démontré qu'il est, en général, formé de matières amenées d'une distance plus ou moins grande.

Le sol est formé dans le Kent de trois espèces de graviers qui constituent des lambeaux que M. Trimmer à su relier entre eux par une coupe naturelle. Les noms de ces graviers sont tirés de trois localités placées sur la rive droite de la Tamise en dessous de Londres.

C'est d'abord le gravier de Dartford, qui forme sur les bords du Darent des terrasses élevées de 150 pieds au-dessus de la marée, son épaisseur est de quinze pieds. Puis le gravier de la colline de Shooter, et celui de Rochester, qui n'ont pas plus de puissance, mais qui diffèrent par quelques caractères.

Ces graviers, qui forment la partie supérieure du terrain erratique, sont superposés au terrain erratique inférieur ou diluvien du nord, composé d'argile avec blocs, connue sous le nom de Till. D'après les renseignements fournis par les expéditions au nord, ce *till* paraît être un dépôt littoral fait par une mer arctique. Les forêts de Happisburgh et de Cromer, déjà décrites par Taylor et par Woodward, et qui sont maintenant ensevelies sous les terrains erratiques, prouvent d'une manière évidente qu'à une époque antérieure cette partie de l'Angleterre était émergée. On peut donc conclure que la mer arctique s'est avancée dans l'inté-

rieur des terres par l'effet d'un affaissement du sol, ce fut le moment où le till se déposa, puis cette mer se retira, et le climat rigoureux qui l'accompagnait cessa par l'effet du rehaussement du sol. Ces affaissements et ces soulèvements peuvent expliquer, d'après M. Trimmer, tous les faits relatifs, soit à la composition, soit à la distribution des terrains erratiques du nord de la Tamise. Ils expliquent également les anomalies signalées dans les dépôts erratiques du Kent.

L'argile à bloc ne s'étend jamais au delà de la vallée de la Tamise, elle paraît avoir été retenue par une arête de terrain tertiaire éocène, dont la colline de Highgate, au nord-est de Londres, et celle de Shooter seraient les restes. Cette arête paraît avoir été émergée tant que dura la cause qui déposait l'argile à blocs, mais lorsqu'elle cessa elle fut submergée. Le gravier de la colline de Shooter est l'extrémité avancée du terrain erratique supérieur recouvrant le terrain erratique inférieur au-dessus de l'étage tertiaire éocène, qui occupait jadis en grande partie la vallée de la Tamise, et qui depuis lors a été enlevé.

Au nord de cette rivière les vallées paraissent, en général, avoir été formées avant la submersion de l'époque erratique. Elles ont été alors remplies par les terrains erratiques, et creusées de nouveau après qu'elles ont été rehaussées La vallée de la Tamise. au contraire, paraît avoir été creusée dans l'argile de Londres; pendant l'époque du rehaussement. D'après ces idées on retrouvera les extrémités du terrain erratique supérieur à un niveau élevé, là où la surface des couches supérieures du terrain éocène n'a pas été enlevée, et on ne les rencontrera pas à la surface de couches plus anciennes comme celles de la craie qui ont été opposées à diverses dénudations.

Si on tient compte de l'absence des cailloux venant du nord au delà de la tourbière de Wilmington et du gravier de Rochester, dans les vallées du Darent et de la Medway, on pourra se convaincre que, vers le milieu de la période du rehaussement, il y avait un transport actif dans ces deux vallées.

La dénudation du Weald, si souvent décrite, et la séparation

des terrains éocènes du bassin de Londres de ceux du Hampshire, avait lieu à la fin de la période du rehaussement pendant que la colline de graviers de Shooter se formait par l'accumulation des matériaux provenant de la craie et du terrain éocène, c'est pourquoi l'on n'y trouve, ni les détritus du nord, si abondants dans le Suffolk, le Norfolk et l'Essex, ni les cailloux quartzeux de Lickey.

Les dépôts contenant des débris de mammifères de la vallée de la Tamise sont contemporains de l'ancienne plage de Brighton, qui est maintenant soulevée et qui contient une couche d'ossements.

Après avoir cherché à faire comprendre la manière dont l'auteur raisonne et le but qu'il s'est proposé, donnons quelques détails sur les planches qui, nous le répétons, représentent les changements successifs qui ont eu lieu dans l'ouest et l'Europe durant l'époque pleistocène.

La planche n° 1 représente la première période de tranquillité pendant laquelle les éléphants vivaient, aussi l'auteur la désigne-t-il sous le nom de première *période éléphantine*. Pendant ce temps les forêts de Cromer et de Happisburgh croissaient à la surface du dernier des terrains tertiaires (crag à mammifères). L'Angleterre et l'Ecosse étaient réunies au continent. Dans cette carte l'Irlande est aussi réunie à l'Angleterre, cependant l'extrême rareté des débris d'éléphants dans le premier de ces deux pays rend la chose douteuse.

La carte n° 2 représente l'état de ces contrées à la fin de la période où se déposait l'argile diluvienne ou till; quand toute la Grande-Bretagne et l'Irlande étaient submergées, excepté les parties des montagnes élevées maintenant de 1500 pieds, et les comtés au sud de la Tamise, ou plutôt la vallée actuelle de la Tamise.

A cette époque l'Angleterre était encore unie au continent par la Normandie et le Cornouailles. Un golfe occupait une partie du nord de la France, et dans ce golfe il se fit un transport de fragments de granit analogues à ceux qui se trouvent sur l'ancienne plage de Brighton.

La carte n° 3 représente la dernière partie de l'époque du trans-

port du terrain erratique supérieur. Les comtés du sud de l'Angleterre étaient alors submergés, et le soulèvement, dont le Weald offre les traces évidentes, était en voie de formation. L'Ecosse, l'Irlande et le nord de l'Angleterre avaient été rehaussés de manière à être en jonction avec la Scandinavie et le nord de l'Allemagne.

Cette époque était celle de l'arrivée des rennes et des megaceros (grand cerf) dans les îles britanniques. La figure représente comme émergées toutes les parties du sol où les restes de ces derniers animaux sont abondants.

A cette époque les dépôts de la Clyde et du Forth étaient à sec. Cette élévation prématurée est expliquée par le caractère éminemment arctique de leurs coquilles.

Dans la carte nº 4, l'Angleterre est représentée comme complétement rehaussée, unie cependant encore au continent par le sud-est; mais séparée au nord-est. La Tamise était alors une rivière plus considérable. Son cours était allongé du côté de l'est plus qu'il ne l'est maintenant, car ses alluvions anciennes contiennent des coquilles terrestres et d'eau douce dans des points plus près de la mer que ceux où les conditions qui résultent du voisinage de son embouchure, ne se trouvent maintenant. Ces faits ont déjà été signalés avec quelques différences par M. Austen.

Nous avons parlé d'un golfe qui s'étendait dans la direction de la Manche jusqu'à Douvre. Un autre golfe se trouvait placé entre le pays de Galles et l'Irlande. Il remontait jusqu'à Wexford. Les marnes et les graviers qui occupent la place contiennent des formes organiques qui présentent des caractères méridionaux. L'ancienne plage de Brighton fut soulevée à cette époque. Ce fut encore dans ce temps-là que les éléphants revinrent et se mélangèrent avec les megaceros et les rennes, qui étaient arrivés du nord pendant les premières périodes de rehaussement. Nous rapportons à cette *seconde période éléphantine* le petit nombre de restes d'éléphants qui ont été trouvés en Irlande.

M. Scouler prétend (*Journ. of Geol. Soc. Dublin* I, 202) que le gisement des débris de ces animaux indique qu'ils ont vécu à une époque aussi récente que les megaceros. On les trouve placés

sur un lit de feuilles de fougère. C'est encore à cette époque que se forma le relief actuel du district du Weald (Sussex) et celui du North Down (Surrey), mais ce ne fut que plus tard que se déposa le terrain composé, en grande partie, de gravier que M. Murchison désigne sous le nom de diluvium angulaire. Il recouvre les dépôts contenant les mammifères terrestres et des coquilles d'eau douce dans les vallées de la Tamise et de la Medway. Malheureusement l'auteur termine son travail sans nous donner son opinion sur l'origine de ce dépôt, sans nous indiquer qu'elle a été la cause qui a déterminé l'extinction des grands pachydermes dans les îles britanniques, et sans faire aucune supposition sur celle qui a séparé l'Angleterre du continent.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

29 — MATÉRIAUX POUR LA PALÉONTOLOGIE SUISSE OU RECUEIL DE MONOGRAPHIES SUR LES FOSSILES DU JURA ET DES ALPES, publiés par F.-J. PICTET, professeur d'anatomie comparée et de zoologie à l'Académie de Genève. (Extrait du Prospectus.)

J'ai commencé en 1847 à décrire les fossiles du gault des environs de Genève. J'étais loin de soupçonner alors toutes les richesses paléontologiques que renferment nos montagnes, et la Société de Physique et d'Histoire naturelle ayant bien voulu admettre mon travail dans ses mémoires, je pensais que ce mode de publication serait suffisant.

L'abondance des fossiles que nous avons successivement recueillis, la découverte de plusieurs gisements nouveaux et l'intérêt de quelques questions qui ont été soulevées par la comparaison des nombreuses espèces qu'ils renferment, m'ont fait penser qu'il est devenu nécessaire d'accélérer et de régulariser leur étude. Il m'a semblé qu'il serait utile de réunir, dans un ouvrage spécial, une série de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes suisses, dans l'espérance d'arriver ainsi par nous ou par nos successeurs à une histoire paléontologique complète de notre belle patrie.

J'ai soumis cette idée à quelques amis; elle a été accueillie avec empressement. Je vais aujourd'hui essayer de la réaliser.

Le but principal que je désire poursuivre est d'arriver à la connaissance détaillée des différentes faunes qui se sont succédé sur le sol de la Suisse. Une description rigoureuse des fossiles et l'étude de leur organisation en seront la base. Je m'attacherai ensuite à rechercher par leur comparaison quelles sont les espèces qui ont vécu ensemble, jusqu'à quel point les faunes sont spéciales, quels sont les passages que l'on peut constater de l'une à l'autre, quel a été l'influence de la distance géographique, quelle a été celle des changements géologiques, etc. Je poursuivrai ainsi la solution du problème le plus important de la paléontologie, en réunissant des faits pour décider comment l'organisme a été successivement modifié dans la série des temps, s'il l'a été lentement ou brusquement, également ou inégalement dans les divers lieux et dans les diverses époques.

Ainsi que je l'ai dit dans la préface de ma description des fossiles des grès verts, les arguments théoriques sont épuisés, et il faut de nouvelles observations. L'étendue géographique de la Suisse et la variété de ses terrains sont suffisants pour fournir une ample moisson de faits, et l'on peut déjà entrevoir quelques résultats importants qui découleront de cette étude.

Ce travail fournira, je l'espère, aux géologues suisses des matériaux utiles. On saura mieux qu'on ne le sait aujourd'hui quelle est l'étendue de la vie géologique de chaque espèce, et par conséquent quel terrain elle peut servir à caractériser. On pourra se rendre compte de l'interprétation qu'il faut donner à telle ou telle association d'espèces, ainsi qu'à tel ou tel mélange. Je ne doute pas qu'en fixant ainsi les limites et la portée des exceptions, on n'arrive à constater tous les jours davantage l'extrême utilité de l'étude des fossiles dans son application à la géologie.

Un but aussi vaste m'aurait effrayé si je n'avais pas l'espérance d'être aidé par plusieurs collaborateurs. MM. le D[r] Roux, Ooster, Renevier, etc., ont déjà bien voulu me promettre une coopération active. La complaisance inépuisable des géologues suisses qui

possèdent des collections, m'autorise à compter sur des matériaux très-nombreux. Plusieurs d'entre eux m'en ont déjà promis la communication la plus large.

Cet ouvrage sera composé d'une série de monographies. L'état de la géologie et des collections de la Suisse ne permet pas encore un ouvrage classé dans un système régulier. Ainsi que nous l'indiquons par le titre que nous avons choisi, nous recueillons des matériaux pour préparer une paléontologie complète de la Suisse.

Les premières monographies qui seront publiées sont les suivantes :

Vertébrés fossiles de la faune éocène du canton de Vaud (en collaboration avec MM. Gaudin et Ph. De la Harpe).

Tortues fossiles de l'époque tertiaire (mollasse et lignites).

Faune du terrain aptien de la perte du Rhône (en collaboration avec M. Renevier).

Mollusques du terrain néocomien des Alpes bernoises (en collaboration avec M. Ooster).

Mollusques du gault du Jura (en collaboration avec M. le docteur Roux).

Mollusques du gault des Alpes (idem).

L'ouvrage paraît par livraisons in-4°, au prix de 8 fr. 50. La première est en vente chez J. Kessmann, à Genève, et chez J.-B. Baillière, à Paris. Il en sera publié deux ou trois par année.

F.-J. PICTET.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1854.

Le 2, halo solaire, de midi 15 m. à 1 h.
» 7, couronne lunaire et faible halo lunaire, à h. du soir.
» 8, éclairs et tonnerres toute la soirée, depuis 5 h. 40 m.; direction des nuages, SE. à NO.
» 10 et le 11, forte gelée blanche.
Du 18, à 10 h. du soir, au 25, à 6 h. du matin, brouillard épais sans interruption; la température étant restée constamment au-dessous de 0 pendant tout ce temps, un dépôt très-abondant de givre a eu lieu. C'est la fonte du givre déposé dans le pluviomètre qui a produit les 0mm,65 d'eau indiqués pour le 25 dans la colonne de la pluie.

Température du Rhône :

1re décade,	+ 4°,53
2me »	+ 4°,13
3me »	+ 3°,81
Mois	+ 4°,08

Maximum, le 9 + 4°,9. Minimum, le 19, le 24 et le 25 + 3°,6.

Jours du mois	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h.d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	718,01	715,58	712,47	715,80	- 5,7	- 3,8	+ 0,2	- 1,1	-14,1	+ 1,0	0,73	1,00	0,92	0,84	0,7	SSO. 3	0,92	17,0
2	718,77	717,53	716,93	717,18	- 7,2	- 5,0	- 5,2	- 6,2	- 9,1	- 1,2	1,00	0,70	0,82	0,69	»	S. 1	0,59	16,5
3	714,25	715,03	711,59	710,56	- 6,7	- 2,0	- 2,5	- 4,2	- 8,9	- 1,5	0,82	0,64	0,73	1,00	»	SSO. 1	1,00	16,0
4	706,16	704,48	703,42	703,64	- 4,4	- 1,3	- 1,6	- 3,5	- 5,3	- 0,4	1,00	0,88	0,87	0,97	2,0	SSO. 1	0,94	16,0
5	707,37	708,96	710,52	711,72	+ 4,2	+ 4,6	+ 5,6	+ 6,7	- 4,0	+ 7,1	0,78	0,74	0,65	0,53	0,7	S. 2	0,94	16,0
6	711,75	712,03	713,79	716,22	+ 4,3	+ 6,4	+ 6,2	+ 4,4	+ 3,0	+ 8,0	0,82	0,66	0,54	0,72	0,5	SSO. 2	0,98	16,5
7	719,86	719,28	717,21	715,59	+ 5,2	+ 8,6	+ 5,7	+ 4,1	+ 2,0	+10,0	0,67	0,44	0,60	0,60	»	SSO. 1	0,56	17,0
8	715,64	715,65	715,21	715,97	+ 7,6	+ 9,6	+ 8,0	+ 4,6	+ 3,1	+10,8	0,67	0,59	0,68	0,93	10,3	SSO. 1	0,92	18,0
9	716,89	716,01	715,44	715,01	+ 3,4	+ 7,2	+ 5,6	+ 2,4	+ 1,5	+ 8,4	0,87	0,75	0,64	0,77	»	variab.	0,46	18,0
10	714,41	714,27	714,74	716,12	- 2,5	+ 5,0	+ 2,4	+ 0,5	- 3,1	+ 5,1	0,91	0,62	0,77	0,89	»	S. 1	0,56	18,5
11	719,03	719,85	720,34	721,43	- 3,7	+ 1,5	+ 2,0	+ 0,4	- 4,2	+ 2,4	0,98	0,74	0,77	0,89	»	SSO. 1	0,70	18,0
12	723,04	722,52	721,85	722,25	- 1,7	+ 2,1	+ 2,5	+ 1,7	- 2,7	+ 3,0	0,88	0,65	0,68	0,73	»	NNE. 1	0,96	18,2
13	722,89	722,82	722,85	722,84	- 0,2	+ 0,7	+ 0,6	- 0,1	- 0,7	+ 1,5	0,82	0,79	0,85	0,90	»	variab.	1,00	18,5
14	725,17	725,04	722,46	722,98	- 2,2	- 0,8	- 0,2	- 1,2	- 2,6	0,0	0,96	0,81	0,82	0,93	»	variab.	0,90	18,5
15	723,48	725,66	723,97	725,47	- 1,9	0,0	+ 0,2	- 1,1	- 3,8	+ 1,3	0,94	0,84	0,91	0,96	»	SSE. 1	0,92	18,0
16	728,73	729,48	730,30	731,80	- 2,2	- 1,1	- 1,1	- 1,8	- 3,0	- 0,2	1,00	0,97	0,95	1,00	»	S. 1	1,00	18,0
17	734,59	734,72	734,37	734,80	- 2,7	- 1,7	- 1,2	- 1,5	- 5,2	- 0,9	1,00	1,00	1,00	0,98	»	variab.	1,00	18,0
18	734,31	733,58	732,39	732,47	- 2,6	0,0	- 0,1	- 3,2	- 4,2	+ 2,4	1,00	0,89	1,00	1,00	»	variab.	0,61	18,0
19	730,81	730,46	730,24	730,74	- 5,0	- 2,8	- 2,0	- 1,8	- 7,2	- 1,7	1,00	1,00	1,00	1,00	»	variab.	1,00	18,0
20	732,85	733,21	733,74	735,52	- 3,7	- 2,9	- 2,5	- 2,7	- 4,0	- 1,9	1,00	1,00	1,00	1,00	»	SO. 1	1,00	18,2
21	737,56	737,91	737,52	736,91	- 3,6	- 2,2	- 1,3	- 1,7	- 4,0	- 1,1	1,00	1,00	1,00	1,00	»	variab.	1,00	18,5
22	735,22	734,82	732,89	732,65	- 3,2	- 2,7	- 2,6	- 2,6	- 4,1	- 1,6	1,00	1,00	1,00	1,00	»	SO. 1	1,00	18,0
23	731,54	731,10	730,84	731,93	- 3,2	- 2,5	- 2,4	- 2,7	- 3,9	- 2,1	1,00	1,00	1,00	1,00	»	variab.	1,00	18,0
24	731,62	730,46	728,82	727,82	- 4,8	- 3,3	- 5,0	- 3,8	- 5,4	- 2,8	1,00	1,00	1,00	1,00	»	SO. 1	1,00	18,0
25	731,09	733,44	734,81	736,76	- 2,6	- 0,2	+ 1,4	+ 0,2	- 6,0	+ 1,7	1,00	1,00	0,94	0,98	0,7	SSO. 1	0,99	18,0
26	740,31	741,23	742,16	742,79	- 2,6	+ 1,4	+ 3,0	+ 0,9	- 3,5	+ 3,1	1,00	0,77	0,88	0,97	»	S. 1	0,97	19,0
27	745,16	743,86	741,17	740,73	- 3,4	+ 0,7	+ 4,1	+ 0,2	- 4,0	+ 4,4	1,00	0,88	0,71	0,98	»	variab.	0,30	18,0
28	738,58	737,20	735,65	735,82	- 4,0	+ 2,7	+ 3,1	+ 1,6	- 4,7	+ 5,4	1,00	0,72	0,75	0,81	»	N. 1	0,52	18,0
29	735,96	735,90	735,35	734,37	+ 1,9	+ 6,0	+ 5,7	+ 1,4	- 0,5	+ 6,7	0,70	0,68	0,80	0,96	6,7	SSO. 1	0,84	19,0
30	734,92	735,07	735,17	736,69	+ 3,1	+ 6,9	+ 8,1	+ 6,0	+ 1,2	+ 9,8	0,98	0,89	0,85	0,94	»	variab.	0,92	19,5
31	737,02	736,79	735,43	735,19	+ 3,1	+11,2	+10,4	+ 4,0	+ 0,8	+13,0	0,94	0,62	0,62	0,94	»	SSO. 1	0,31	20,0

Moyennes du mois de Janvier 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	713,94	714,31	714,93	713,48	712,85	713,13	713,21	713,78	713,73
2e »	727,02	727,29	727,73	727,31	726,99	727,25	727,63	728,03	728,32
3e »	735,94	736,25	736,59	736,16	735,46	735,42	735,56	735,61	735,45
Mois...	725,97	726,28	726,74	725,99	725,44	725,59	725,79	726,12	726,14
				Température.					
1re décade,	- 0°,50	- 0°,18	+ 1°,52	+ 3°,13	+ 3°,33	+ 2°,44	+ 1°,43	+ 0°,73	+ 0°,63
2e »	- 2,70	- 2,59	- 1,36	- 0,52	+ 0,21	- 0,16	- 0,79	- 1,11	- 1,66
3e »	- 1,92	- 1,75	- 0,05	+ 1,62	+ 2,29	+ 2,25	+ 1,29	+ 0,32	- 0,08
Mois...	- 1,71	- 1,52	+ 0,03	+ 1,42	+ 1,96	+ 1,53	+ 0,67	0,00	- 0,36
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	3,73	3,84	3,94	4,03	4,01	3,95	3,93	3,87	3,90
2e »	3,63	3,63	3,77	3,81	3,91	4,05	4,00	3,97	3,85
3e »	3,93	3,92	4,36	4,48	4,58	4,66	4,66	4,58	4,45
Mois....	3,77	3,80	4,03	4,12	4,18	4,23	4,21	4,15	4,07
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,83	0,83	0,73	0,70	0,69	0,72	0,77	0,79	0,81
2e »	0,97	0,96	0,91	0,87	0,85	0,90	0,93	0,94	0,95
3e »	0,98	0,98	0,94	0,87	0,85	0,87	0,94	0,96	0,96
Mois . .	0,93	0,92	0,87	0,82	0,80	0,83	0,87	0,90	0,91

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	- 3,51	+ 4,73	0,79	14,0	16,9
2e »	- 3,56	+ 0,57	0,91	0,0	18,1
3e »	- 3,10	+ 3,32	0,80	7,4	18,4
Mois....	- 3,38	+ 2,89	0,83	21,4	17,8

Dans ce mois, l'air a été calme 9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,31 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 20°,9 O. et son intensité est égale à 45 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Janvier : 1240mm, répartie comme suit :

	mm
le 1er.	105
le 3	70
le 4	85
le 5	190
le 6	200
le 7	210
le 8	100
le 9	15
le 11	60
le 25	15
le 26	10
le 29	160
le 30	20

Jours du mois	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	551,73	548,51	547,36	547,03	-16,8	-14,0	-13,8	-16,0	-21,0		80	90	89	87	8,9	SO. 2	0,78
2	549,54	549,05	549,17	550,11	-20,8	-17,4	-16,8	-15,9	-21,8		78	82	83	85	»	SO. 1	0,36
3	551,28	551,35	551,17	551,04	-15,3	-11,8	-15,5	-13,4	-17,0		91	90	85	86	6,7	SO. 1	0,92
4	548,59	548,25	546,91	546,35	-12,3	- 9,7	- 9,0	- 9,7	-13,7		90	88	84	90	7,9	SO. 2	1,00
5	546,36	547,35	548,67	550,54	-11,5	- 6,3	- 8,7	- 9,5	-11,5		88	88	88	88	15,0	SO. 1	0,82
6	550,13	550,44	550,55	552,49	- 8,5	- 6,8	- 8 8	-10,5	-10,8		91	90	87	85	13,0	variab.	1,00
7	555,97	556,83	556,79	556,79	-10,7	- 8,0	- 8,5	-10,3	-11,7		87	85	85	87	13,5	SO. 2	0,46
8	555,45	554,92	554 09	554,07	-10 5	- 7,0	- 6,5	- 7,8	-11,0		91	86	85	90	7,7	SO. 1	0,86
9	553,13	552,73	552,37	552,09	- 9,0	- 5,9	- 9,5	-12,8	-13,4		90	87	84	80	1,1	variab.	0,47
10	550,63	550,49	550,90	552,06	-13,6	- 9,5	-10,4	-10,9	-14,0		78	80	79	81	»	NE. 1	0,19
11	553,91	554,79	555,67	556,31	-12,9	-10,2	- 8,9	-10,3	-15,3		84	86	74	84	6,5	SO. 1	0,64
12	556,80	556,69	556,87	557,17	- 8,6	- 6,0	- 9,0	- 9,8	-11,0		90	85	83	86	»	SO. 1	0,12
13	557,52	557,49	557,67	557,96	- 9,8	- 6,8	- 7,3	- 7,3	-11,0		90	90	85	83	»	variab.	0,00
14	558,85	559,17	559,23	559,86	- 6,2	- 3,7	- 6,1	- 5,5	- 7,9		87	83	87	90	»	SO. 1	0,24
15	561,02	561,69	561,77	562,48	- 8,8	- 7,0	- 8,2	- 8,5	-10,4		91	89	87	88	»	SO. 2	0,68
16	563,77	564,31	565,20	566,10	- 9,8	- 6,7	- 7,4	- 8,3	-10,8		92	88	86	86	»	SO. 1	0,43
17	568,10	568,50	568,69	569,38	- 5,7	- 3,2	- 4,5	- 4,8	- 8,5		81	81	83	88	»	SO. 1	0,00
18	569,58	568,78	569,41	569,54	- 3,7	+ 0,8	- 1,0	- 2,8	- 5,8		87	78	72	68	»	SO. 2	0,00
19	568,19	567,80	567,99	568,38	- 3,3	- 2,2	- 3,2	- 4,3	- 6,0		68	78	72	71	»	SO. 2	0,11
20	568,68	569,06	569,70	570,68	- 5,0	- 0,7	- 2,8	- 4,0	- 5,7		83	82	82	86	»	SO. 1	0,06
21	572,08	572,40	572,60	572,86	- 1,7	+ 2,3	+ 0,5	+ 0,3	- 4,8		88	81	77	81	»	SO. 1	0,00
22	571,39	570,27	569,08	568,27	- 3,0	+ 0,7	- 2,0	- 3,7	- 4,9		67	66	58	62	»	NE. 2	0,01
23	565,98	565,88	565,32	565,58	- 5,4	- 1,8	- 3,8	- 7,0	- 7,8		68	56	60	65	»	NE. 1	0,02
24	565,18	564,20	563,48	562,69	- 7,3	- 1,5	- 4,8	- 7,2	- 7,6		69	70	65	64	»	NE. 1	0,00
25	563,88	565,28	566,23	568,20	-11,6	- 8,7	- 9,1	- 8,8	-14,0		74	75	78	80	1,1	NE. 2	0,70
26	570,14	570,92	571,48	573,27	-10,8	- 8,8	- 7,8	- 7,8	-13,8		80	78	85	90	0,8	NE. 3	0,70
27	574,60	574,11	573,16	572,43	- 9,3	- 5,5	- 4,9	- 6,8	-10,8		80	83	83	80	»	NE. 2	0,04
28	570,48	570,00	569,24	569,39	- 5,7	- 5,8	- 6,0	- 6,3	- 7,0		73	74	80	75	»	NE. 2	0,66
29	567,99	567,37	566,67	566,55	- 9,2	- 7,6	- 7,7	- 6,3	- 9,7		76	81	75	82	14,1	NE. 2	0,68
30	568,30	568,27	568,91	570,17	- 4,9	- 3,8	- 4,0	- 4,5	- 6,3		87	86	85	88	1,6	NE. 2	1,00
31	570,97	570,76	570,19	570,49	- 2,5	- 0,8	- 1,8	- 1,4	- 7,0		83	82	81	78	»	NE. 2	0,28

Moyennes du mois de Janvier 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	550,92	551,28	551,48	550,99	550,76	550,80	551,07	551,26	551,39
2e »	562,23	562,64	563,07	562,83	562,86	563,22	563,59	563,79	563,96
3e »	568,76	569,18	569,30	569,04	568,70	568,76	569,12	569,08	569,18
Mois...	560,90	561,30	561,54	561,21	561,03	561,18	561,51	561,62	561,76
	Température.								
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	-12,70	-12,90	-11,36	- 9,64	- 9,72	-10,75	-11,68	-11,68	-11,71
2e »	- 7,63	- 7,38	- 6,37	- 4,57	- 4,19	- 5,84	- 6,67	- 6,56	- 6,91
3e »	- 6,70	- 6,49	- 5,16	- 3,75	- 3,82	- 4,67	- 5,01	- 5,41	- 5,15
Mois...	- 8,94	- 8,85	- 7,55	- 5,92	- 5,84	- 7,01	- 7,70	- 7,80	- 7,94
	Hygromètre.								
1re décade,	86,3	86,5	86,7	86,4	87,0	84,9	85,6	85,9	85,2
2e »	84,4	85,3	85,3	84 0	81,1	81,1	83,5	83,0	83,3
3e »	77,4	76,8	76,4	75,6	73,2	75,2	76,8	76,8	77,2
Mois...	82,5	82,7	82,6	81,8	80,2	80,2	81,8	81,7	81,7

	Therm. min.	Ther. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	o	o		mm
1re décade,	-14,59	--	0,69	73,8
2e »	- 9,24	--	0,23	6,5
3e »	- 8,52	--	0,37	17,6
Mois...	-10,71	--	0 43	97,9

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,92 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 6 sur 100.

THÉORIE GÉNÉRALE
des phénomènes
dus au pouvoir magnétique,
par M. le prof.
A. DE LA RIVE.

Fig. 1.

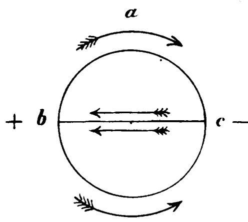
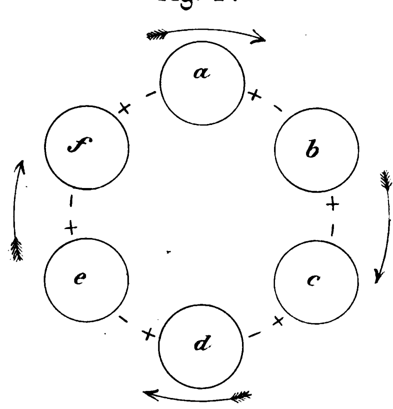
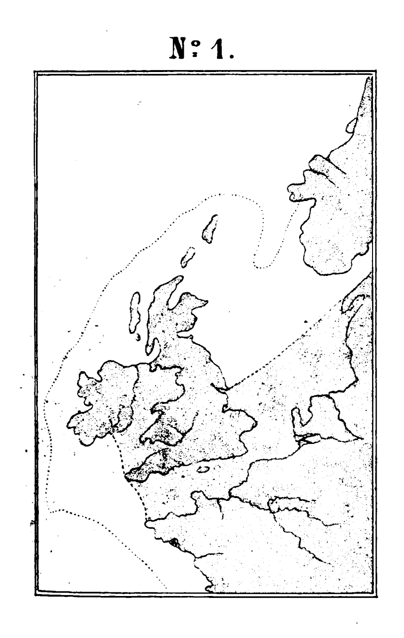


Fig. 2.



Mémoire de Mr Trimmer.

N° 1.



N° 2.



N° 3.



N° 4.



Lith. Kübli r. d. Rhône.

La ligne pointée indique la profondeur de 100 fathoms ou 183 mètres.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

DE L'INDUCTION ÉLECTRIQUE ET DE L'ASSOCIATION DES ÉTATS STATIQUE ET DYNAMIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ, par le professeur FARADAY [1].

Certains phénomènes qui se sont présentés dans le cours du développement extraordinaire qu'ont pris les travaux de la Compagnie du télégraphe électrique, m'ont paru éclaircir d'une manière remarquable quelques-uns des principes fondamentaux de l'électricité, aussi bien que confirmer avec force l'entière vérité des vues que j'exposai il y a seize ans, sur la nature réciproquement dépendante de l'induction et de la conduction des corps isolants. (*Experimental Researches*, § **1318**, etc.) Je dois beaucoup à la Compagnie des télégraphes, à ceux qui

[1] Nous reproduisons en entier ce travail important de M. Faraday dont nous n'avions donné, dans notre précédent numéro (*Archives des Sciences phys.*, tome XXV, p. 169), qu'un court extrait contenu dans une lettre adressée par l'auteur au prof. de la Rive. Le texte sur lequel a été faite la traduction de ce morceau est une feuille imprimée pour l'usage des membres de la *Royal Institution*, et qui contient l'exposé que M. Faraday avait fait du sujet dans la séance du 20 janvier 1854. (R.)

dirigent les ouvrages de gutta-percha, et à M. Latimer-Clarke, pour la connaisance des faits, ainsi que pour les facilités que j'ai rencontrées à les bien voir et à pouvoir les montrer.

Dans les appareils de la Compagnie le fil de cuivre est complétement recouvert de gutta-percha, et partout l'enveloppe et le métal sont réguliers et concentriques. Le fil est ordinairement disposé par bouts, de la longueur d'un demi-mille, liés et soudés ensemble, puis recouverts de gutta-percha, de manière à ce que l'enveloppe soit aussi parfaite aux points de jonction qu'ailleurs : le degré de perfection de toute l'opération est ensuite constaté au moyen d'une épreuve frappante, par M. Statham, directeur des travaux, ainsi que nous allons le montrer. Les fils enroulés sur une longueur d'un demi-mille sont suspendus au bord de barques flottant sur un canal, de façon que les rouleaux plongent dans l'eau, tandis que les deux bouts de chacun d'eux s'élèvent en l'air; deux cents rouleaux plongent ainsi à la fois, et leurs extrémités réunies en une série donnent un fil submergé, d'une longueur totale de cent milles, dont les deux extrémités peuvent être amenées dans une chambre, pour servir aux expériences. Une batterie voltaïque isolée, de plusieurs couples de zinc et de cuivre, chargée avec de l'acide sulfurique étendu, est mise en communication avec la terre par un de ses pôles, tandis que l'autre communique par le moyen d'un galvanomètre, avec l'un des bouts du fil submergé. Laissant de côté le premier effet, et ne changeant rien aux communications établies, il est évident que le courant de la batterie profitera de toute la conduction accumulée ou de l'isolement défectueux de la gutta-percha qui recouvre le fil, sur une longueur de cent milles, et que

le galvanomètre indiquera quelque portion d'électricité qui passe dans l'eau. Pour rendre l'épreuve plus éclatante, l'on se sert d'une batterie d'une certaine intensité, et d'un galvanomètre d'une grande sensibilité; cependant l'isolement est assez parfait pour que la déviation ne dépasse pas 5 degrés. Comme seconde preuve, du parfait isolement du fil, l'on met les deux extrémités de la batterie en contact avec les deux bouts du fil, et l'on a un fort courant électrique accusé au moyen d'un instrument beaucoup moins délicat, et quand l'on vient à rompre l'un des points de jonction sur cette longueur de cent milles, le courant s'arrête, et le manque d'isolement ne produit pas plus d'effet qu'auparavant. On peut juger, par ces faits, de la perfection de l'état d'isolement du fil.

Les cent milles de fil au moyen desquelles j'ai étudié les phénomènes étaient donc parfaitement bien isolés. Le fil de cuivre avait $^1/_4$ de pouce de diamètre; le fil recouvert en avait $^4/_{16}$; quelques-uns un peu moins, $^7/_{32}$: la gutta-percha qui recouvre le métal peut donc être considérée comme ayant une épaisseur de 0,1 de pouce, cent milles d'un fil semblable recouvert de gutta-percha, disposé en rouleaux, étaient entassés sur le plancher d'un magasin sec, et réunis en une série destinée à être comparée avec celle qui était sous l'eau.

Examinons maintenant les phénomènes. On a une batterie voltaïque isolée de 360 couples formés avec des plaques de 4 sur 3 pouces, dont un des pôles communique avec la terre, un fil sous-marin dont les deux bouts isolés sont dans la chambre, et sur terre un bon fil conducteur disposé de façon à établir les communications requises et désigné sous le nom de fil de décharge. Le pôle libre de la batterie fut mis en contact avec le fil sous-marin

et retiré, puis une personne touchant également le fil de décharge et le fil sous-marin, reçut une violente secousse. La secousse fût plutôt celle d'une batterie voltaïque que d'une batterie de Leyde : elle dura un certain *temps*, et l'on put, par plusieurs attouchements légers et rapides, la diviser en un certain nombre de petites secousses; j'obtins jusqu'à quarante secousses sensibles, d'une seule charge du fil. Si on laissait du *temps* s'écouler entre la charge et la décharge du fil, la secousse était moins forte, mais elle était encore sensible après deux, trois ou quatre minutes, ou même après un temps plus long.

Quand le fil, après avoir été mis en contact avec la batterie, le fut avec une fusée de Statham, il l'enflamma rapidement (et même il enflamma six fusées de suite):— il pouvait enflammer la fusée trois ou quatre secondes après avoir été séparé de la batterie. Lorsqu'après avoir été en contact avec la batterie, il fut séparé et mis en communication avec un galvanomètre, il affecta très-fortement l'instrument: il agissait encore sur lui, quoique moins fortement, après un intervalle de quatre ou cinq minutes, et l'affectait même d'une manière sensible vingt ou trente minutes après avoir été séparé de la batterie. Quand le galvanomètre isolé fut fixé d'une manière permanente à l'extrémité du fil sous-marin, et que le pôle de la batterie fut amené en contact avec l'extrémité libre de l'instrument, ce fut très-instructif de voir l'électricité se précipiter dans le fil; cependant, après cela, quoique le contact fut continué, la déviation ne dépassa pas 5 degrés, tant l'isolement était bon. Puis, quand l'on sépara la batterie du galvanomètre, et que l'on toucha ce dernier avec le fil de décharge, il fut aussi étonnant de voir l'électricité se précipiter hors du fil, ce qu'on constata par une déviation de l'aiguille contraire à celle qui a lieu à l'entrée de la charge.

Ces effets étaient produits également bien par les deux pôles de la batterie et par les deux extrémités du fil; et, soit que l'état électrique fût établi et détruit au même bout ou aux deux bouts opposés des cent milles, les résultats étaient les mêmes. Une batterie d'une assez grande tension, pour le succès des expériences, était nécessaire par des raisons que la suite de ce travail rendra évidentes. Celle que l'on employa ne pouvait décomposer qu'une très-petite quantité d'eau dans un temps donné. Une batterie de Grove, de huit ou dix couples de plaques, qui l'aurait de beaucoup surpassée sous ce rapport, aurait à peine affecté le fil d'une manière sensible.

Quand les cent milles du fil placé dans l'air furent soumis aux mêmes expériences, on ne vit pas se produire la plus légère apparence des effets que nous venons de mentionner. Il y a, en principe, des motifs de croire qu'on peut obtenir un résultat infiniment petit; mais, comparée à celle du fil sous-marin, l'action était nulle. Cependant le fil était aussi bien et même mieux isolé, et, quant à ce qui concerne la constance du courant, le fil était aussi bon conducteur. On s'assura de ce dernier point en attachant le bout du fil sous-marin à un galvanomètre, et le bord du fil resté dans l'air à un autre instrument pareil; les deux autres bouts des fils furent liés ensemble, et mis en communication avec la terre; les deux extrémités libres des galvanomètres furent liées ensemble d'abord, puis ensuite au pôle libre de la batterie : de cette manière le courant fut divisé entre le fil sous-marin et le fil placé dans l'air, et les galvanomètres furent affectés précisément de la même manière. Pour rendre le résultat plus certain, on changea réciproquement de place les deux instruments, mais les déviations furent toujours les mêmes, de sorte

que les deux fils conduisaient avec une égale facilité.

La cause des premiers résultats est assez évidente pour peu que l'on y réfléchisse. En conséquence de la perfection de l'ouvrage, une combinaison, analogue à la bouteille de Leyde, est produite sur une grande échelle; le fil de cuivre se charge statiquement de toute l'électricité que le pôle de la batterie avec laquelle il est en contact, peut produire[1]; il agit par induction au travers de la gutta-percha (sans laquelle induction il ne pourrait se charger lui-même, *Exp. Res.*, 1177), produisant l'effet opposé sur la surface de l'eau qui touche la gutta-percha, laquelle forme l'enveloppe extérieure de cette curieuse combinaison. La gutta-percha au travers de laquelle l'induction a lieu, n'a qu'un 0,1 de pouce d'épaisseur, et l'étendue de l'enveloppe est énorme. La surface du fil de cuivre a près de 8300 pieds carrés, et la surface de l'enveloppe extérieure d'eau a quatre fois plus d'étendue, ou 33,000 pieds carrés. De là, le caractère frappant des résultats. L'intensité, soit tension, de la charge statique obtenue n'est égale qu'à la tension du pôle de la batterie d'où elle est tirée; mais la quantité en est énorme, à cause de l'immense surface de cette espèce de bouteille de Leyde; d'où il résulte que, lorsque le fil est séparé de la batterie et qu'on emploie la charge, celle-ci a toute la puissance d'un courant voltaïque considérable, et donne des résultats tels que les machines électriques ordinaires et les batteries de Leyde les meilleures ne sont pas capables d'en produire.

Si le fil placé dans l'air ne produit aucun de ces effets, cela vient simplement de ce qu'il n'a point d'enveloppe extérieure correspondante à la couche d'eau, ou qu'il en

[1] Davy. *Elements of Chemical Philosophy*, p. 154.

a seulement une trop éloignée pour donner lieu à aucune induction sensible, c'est pourquoi le fil intérieur ne peut se charger. Dans le fil déposé dans le magasin, le plancher, les murs et les boiseries formaient son enveloppe extérieure, qui était à une distance considérable de lui, et ne pouvait, dans tous les cas, affecter que les tours extérieurs des rouleaux du fil. Je conclus de là que cent milles de fil étendus sur une ligne dans l'air, de manière à être dans toute leur longueur parallèles à la terre, sont également impuissants à produire les effets, et que, dans ce cas, le résultat négatif tient à la distance mutuelle des surfaces inductrice et induite (1483), combinée avec la capacité spécifique d'induction plus faible de l'air comparativement à la gutta-percha.

Le phénomène offrait tout ensemble un magnifique exemple de l'identité de l'électricité statique et de l'électricité dynamique. Toute la force d'une batterie considérable peut de cette manière être déchargée par portions séparées, et mesurée en unités de la force statique, et cependant être employée ensuite pour n'importe quel but comme l'électricité voltaïque ou dynamique.

J'en viens maintenant aux conséquences ultérieures qui découlent de cette liaison entre les effets statiques et les dynamiques. Des fils recouverts de gutta-percha, puis renfermés dans des tubes de plomb ou de fer, ou ensevelis dans la terre, ou encore plongés dans la mer, produisent les mêmes phénomènes que ceux que nous avons décrits ; la même action statique d'induction étant dans tous ces cas rendue possible par la réunion des conditions voulues. Il existe entre Londres et Manchester de tels fils souterrains qui présentent, lorsqu'ils sont réunis en une seule série, une longueur de 1500 milles ; et, comme ils

sont repliés pour retourner à Londres, des expérimentateurs placés à des intervalles d'environ quatre cents milles, peuvent les étudier au moyen de galvanomètres introduits dans ces retours. Ce fil, ou seulement la moitié ou le quart de la longueur, présente tous les phénomènes déjà décrits; la seule différence est que l'isolement n'étant pas aussi parfait, la décharge est plus rapide. On examina ce qui se passait avec un fil de 750 milles, dans le circuit duquel on avait introduit trois galvanomètres : l'un au commencement, le second au milieu, le troisième à la fin: les trois galvanomètres étant dans la chambre avec l'expérimentateur, et le troisième étant par son extrémité en communication immédiate avec la terre. Lorsqu'on mit le pôle de la batterie en contact avec le fil, au moyen du premier galvanomètre, cet instrument fut affecté à l'instant; au bout d'un moment, le second le fut également, et le troisième ne le fut qu'après un temps plus long encore, et seulement quand les 1500 milles l'eurent été en entier; il fallut deux secondes au courant électrique pour atteindre le dernier instrument. De plus, lorsque les aiguilles de tous les instruments étaient déviées (ce qui naturellement n'avait pas lieu d'une manière égale, à cause de la perte de l'électricité le long de la ligne), si la communication avec la batterie était supprimée vers le premier galvanomètre, cet instrument tombait instantanément à zéro; mais le second n'y arrivait qu'un moment après, et le troisième, seulement après un intervalle plus long encore; il y avait un flux de courant au bout du fil, tandis qu'il n'y en avait point au commencement. De plus, par un rapide attouchement du pôle de la batterie avec l'extrémité libre du premier galvanomètre, cet instrument pouvait dévier, puis retomber au zéro, avant que le pouvoir électrique eût

atteint le second galvanomètre; celui-ci, à son tour, était affecté pendant un instant, et redevenait indifférent avant que l'action eût atteint le troisième galvanomètre, ce qui prouvait que le courant introduit de cette manière dans le fil y cheminait dans toute la longueur du fil en manifestant sa présence à des intervalles successifs, en différentes parties de cette longueur. On pouvait même, par des contacts réguliers et successifs avec la batterie, avoir dans le fil deux courants simultanés, se suivant l'un l'autre, de façon qu'au même moment où le troisième galvanomètre était affecté par le premier courant, l'un des deux autres l'était par le second courant; et il n'y a pas de doute qu'avec des instruments multipliés et une attention soutenue, on pourrait obtenir quatre ou cinq courants à la fois, se suivant dans le même fil.

Si, après avoir établi, puis rompu la communication de la batterie avec le premier galvanomètre, celui-ci est immédiatement mis en rapport avec la terre, il se produit de nouveaux effets intéressants. Une partie de l'électricité qui se trouve dans le fil revient, et, passant par le premier galvanomètre, le fait dévier dans la direction inverse, de sorte que les courants s'échappent des deux extrémités du fil dans des directions opposées, tandis qu'aucun courant n'y entre d'aucune source. Ou, si le premier galvanomètre est rapidement mis en communication successive avec la batterie et avec la terre, on verra un courant d'abord entrer dans le fil, puis en ressortir à la même place, sans qu'aucune portion en ait été jusqu'aux parties ou se trouvent les deux autres galvanomètres.

Lorsqu'on fait les mêmes expériences sur un fil suspendu dans l'air, d'égale étendue, on n'aperçoit aucun de ces effets, ou si on fait les dispositions nécessaires

pour pouvoir les percevoir, on ne les obtient qu'à un très-faible degré, et on les voit disparaître si on les compare aux grands résultats précédents. L'effet produit au bout du long fil, là où est le troisième galvanomètre, n'est que de très-peu en arrière sur l'effet qui est produit sur le premier galvanomètre; et l'accumulation de la charge dans le fil n'est pas sensible.

Tous ces résultats dans lesquels entre l'élément du *temps*, dépendent évidemment de la même condition qui a produit les précédents effets de la charge statique, autrement dite, l'*induction latérale*; et ils sont les conséquences nécessaires des principes de conduction, d'isolement et d'induction, trois termes qui, dans leur signification, sont inséparables les uns des autres (*Exp. Res.*, 1320, 1826[1], 1338, 1561, etc.) Si nous plaçons

[1] 1326. Toutes ces considérations me donnent la ferme conviction que l'isolement et la conduction ordinaire ne peuvent être convenablement séparés quand nous les examinons dans leur nature; c'est-à-dire dans les lois générales sous l'influence desquelles leurs phénomènes se produisent. Ils me paraissent consister en une action de particules contiguës, dépendant des forces développées par l'excitation électrique ; ces forces placent les particules dans un état de tension ou de polarité qui constitue également l'*induction* et l'*isolement ;* dans cet état, les particules contiguës ont un pouvoir ou une capacité de communiquer ces forces les unes aux autres; par là, elles sont abaissées et la décharge a lieu. Chaque corps paraît se décharger (444, 987) ; mais cette capacité existant à un *plus ou moins haut degré* dans les différents corps, les rend plus ou moins bons conducteurs, plus ou moins bons isolateurs : l'*induction* et la *conduction* paraissent être les mêmes dans leur principe et dans leur action (1320), excepté que, dans le dernier cas, l'effet commun aux deux, c'est-à-dire de charge et de décharge, s'élève au plus haut degré, tandis que dans le premier il n'a lieu, dans les circonstances même les plus favorables, que dans une quantité presque imperceptible.

une plaque de gomme laque sur un électromètre à feuilles d'or et par-dessus un conducteur chargé (une balle de métal isolée de deux ou trois pouces de diamètre), l'électromètre diverge : si l'on enlève le conducteur, la divergence cesse instantanément, voilà un exemple de l'*isolement* et de l'*induction* ; si l'on remplace la gomme laque par du métal, le conducteur électrisé fait diverger les feuilles comme auparavant, mais quand on l'enlève, quoique ce soit après le contact le plus court possible, l'électroscope continue à diverger, c'est la *conduction.* Si l'on emploie une plaque de blanc de baleine au lieu de métal ou de gomme laque, et qu'on répète l'expérience, on trouve que la divergence, après qu'on a enlevé le corps électrisé, cesse en partie, mais pas complétement, parce que le blanc de la baleine isole et conduit également le tout imparfaitement ; mais la gomme laque conduit aussi, comme on le voit, si on lui en donne le temps ; et le métal, de son côté, présente également une résistance à la conductibilité, et par conséquent est un peu isolant, ainsi qu'on peut le démontrer par un arrangement particulier. En effet, si on a un fil de cuivre, long de 74 pieds et de $^1/_{12}$ de pouce de diamètre, isolé dans l'air, terminé à l'une de ses extrémités par une balle de métal, et étant par l'autre en communication avec le sol et disposé de façon que près de ses extrémités il n'y ait que $^1/_2$ pouce de distance entre les deux branches, on remarque qu'une décharge de bouteille de Leyde, au lieu de le parcourir en entier, quoi qu'il soit un excellent conducteur, passera en grande proportion dans l'air entre les deux parties rapprochées, sous forme d'une brillante étincelle. Ce résultat est dû à ce que, dans une longueur de fil aussi grande, la résistance s'accumule jusqu'à ce qu'elle en devienne aussi forte, ou peut-être même plus forte que celle de la couche

d'air comprise entre les deux portions rapprochées, du moins quand il s'agit de l'électricité à un tel degré d'intensité. En admettant que ces expériences et d'autres semblables montrent que la conduction au travers d'un fil est précédée par l'acte d'induction (1338), tous les phénomènes que présente le fil submergé ou le fil souterrain, se trouvent expliqués; et cette explication confirme, je le pense, les principes que j'avais établis. Après que M. Wheatstone eut, en 1834, mesuré la vitesse d'un flux d'électricité au travers d'un fil de cuivre, et qu'il l'eut évaluée à 288,000 milles par seconde, je dis, en 1838, en m'appuyant sur les principes que je viens d'exposer (1333), «que la vitesse de décharge au travers du *même fil* peut grandement varier, selon des conditions analogues à celles qui déterminent des variations dans les décharges au travers du blanc de baleine ou du soufre; elle peut, par exemple, varier avec la tension ou intensité de la première force agissante, laquelle tension est ce qui constitue la charge et l'induction. Ainsi donc, si les deux extrémités du fil, dans l'expérience de Wheatstone, étaient mises en contact immédiat avec deux grandes surfaces métalliques isolées, exposées à l'air, de manière que le premier acte d'induction, après le contact qui a eu lieu pour opérer la décharge, pût être, au premier instant, détourné, en partie, de la portion intérieure du fil, et disposé, pour le moment, sur sa surface, conjointement avec l'air et les conducteurs environnants, j'ose prédire qu'alors l'étincelle du milieu serait plus retardée qu'auparavant, et si ces deux plaques étaient l'enveloppe intérieure et l'enveloppe extérieure d'une grande bouteille, ou d'une batterie de Leyde, le retard de cette étincelle serait alors encore plus grand.» Et c'est précisément le cas du fil sub-

mergé, ou du fil souterrain, excepté qu'au lieu d'en amener les surfaces vers les enveloppes d'induction, ce sont les dernières qui sont rapprochées des premières; dans les deux cas l'induction, conséquence de la charge, au lieu d'être exercée presque entièrement au moment même au dedans du fil, est en grande partie déterminée à l'extérieur; et la décharge ou conduction étant ainsi causée par une tension plus basse, exige plus de temps. De là, la raison pour laquelle le flux électrique a pris deux secondes pour traverser d'un bout à l'autre un fil souterrain long de 1500 milles; tandis qu'avec la même longueur d'un fil, le temps fut presque inappréciable.

Une fois qu'on est éclairé par ce qui précède, il devient intéressant de connaître la mesure des vitesses de l'électricité dans des fils de métal, telle qu'elle a été donnée par différents expérimentateurs.

	Milles par seconde.
Wheatstone en 1834, avec un fil de cuivre, trouva...	288,000
Walker, en Amérique, avec le fil de fer d'un télégraphe	18,780
O'Mitchell, ditto, ditto............	28,524
Fizeau et Gonnelle (fil de cuivre)................	112,680
Ditto (fil de fer)..................	62,600
[1] A.B.G. (cuivre). Télégraphe de Londres et Bruxelles.	2,700
Ditto (cuivre). Télégraphe de Londres et Edimbourg	7,600

On voit, en comparant le premier et le sixième résultat que, pour le cuivre, l'un est cent fois plus considérable que l'autre. Il faut de plus remarquer, quant aux expériences de Fizeau et de Gonnelle, que la vitesse n'est pas proportionnelle à la capacité de conduction du métal, et est indépendante de l'épaisseur du fil. Toutes ces circonstances et ces anomalies disparaissent bien vite, quand on tient

[1] *Athenæum*, 14 janvier 1854, p. 54.

compte de l'induction latérale du fil qui transmet le courant. S'il est possible d'apprécier la vitesse d'une courte décharge électrique dans un fil d'une longueur donnée, la simple circonstance que le fil sera enroulé dans un petit espace, ou étendu dans l'air sur un plus grand espace, ou adhérant à un mur, déterminera une différence quant aux résultats. Et quant à ce qui concerne les longs circuits tels que ceux que nous avons décrits, l'on ne peut se faire une idée exacte de leur pouvoir conducteur, si l'on n'a égard à leur induction latérale statique, ou aux conditions d'intensité et de quantité qui sont alors réunies, principalement dans le cas des courants courts ou intermittents, car alors l'électricité statique et la dynamique se changent continuellement l'une dans l'autre.

On a déjà dit que le pouvoir conducteur du fil exposé à l'air et du fil sous-marin, sont semblables pour un courant constant. Ceci s'accorde parfaitement bien avec les principes et le caractère défini de la force électrique, soit à l'état statique, soit à l'état de courant ou de mouvement. Quand un courant voltaïque d'une certaine intensité est lancé dans un long fil sous-marin, dont l'extrémité la plus éloignée est en contact avec la terre, une partie de la force est d'abord employée à déterminer une induction latérale autour du fil, qui finit par être égale en intensité, dans l'extrémité la plus rapprochée, à l'intensité du courant de la batterie, et qui diminue graduellement jusqu'à l'extrémité du fil qui communique avec le sol, où elle devient nulle. Pendant que cette induction s'opère, celle des molécules intérieures du fil est au-dessous de ce qu'elle serait sans cela ; mais aussitôt que la première a atteint son maximum, celle de l'intérieur du fil devient proportionnelle à l'intensité de la batterie, et, par conséquent, égale à

celle du fil placé dans l'air, lequel (par suite de l'absence d'induction latérale), arrive presque instantanément au même état. Naturellement alors ils se déchargent l'un et l'autre de la même manière, et, par conséquent, conduisent de même.

Une preuve frappante de la variation de conduction que détermine dans un fil la variation de son induction latérale statique, se trouve dans l'expérience que j'avais indiquée, il y a seize ans : si l'on fait communiquer les deux armures d'une bouteille constamment chargée par le long fil dont il a été question plus haut, et qui est repliée de façon que ses deux extrémités soient assez rapprochées pour que l'étincelle puisse y passer librement (ce qu'elle ne ferait pas si l'intervalle était plus grand), l'expérience peut être répétée vingt fois de suite sans qu'elle manque ; mais si, après cela, on met en communication avec l'intérieur et l'extérieur d'une bouteille de Leyde isolée, les extrémités du long fil, l'étincelle ne traverse plus la petite couche d'air, mais toute la charge fait le tour entier du long fil. Pourquoi cela ? La quantité d'électricité est la même, le fil est le même, sa résistance est la même, et celle de l'air ne subit aucune altération ; mais l'intensité diminuée par l'induction latérale qu'on crée momentanément, ne suffit plus pour que l'électricité traverse la couche d'air ; cette intensité se répartit entièrement dans le fil, lequel, dans un peu plus de temps qu'auparavant, effectue toute la décharge. M. Fizeau a appliqué avec beaucoup de succès le même expédient aux courants primaires et d'induction du bel appareil de Ruhmkorff. Il réduit par là l'intensité de ces courants à l'instant où elle serait très-nuisible, et nous donne un exemple frappant de l'avantage de considérer les phénomènes statiques et dynamiques comme résultant des mêmes lois.

M. Clarke a combiné un télégraphe à impression de Bains avec trois plumes, d'une manière qui se trouve apporter des éclaircissements et des faits semblables à ceux que nous avons mentionnés ; les plumes sont des fils de fer sous lesquels une bande de papier imbue de ferro-prussiate de potasse, passe à intervalles réguliers, au moyen d'un mouvement semblable à celui d'une horloge ; ainsi, des lignes régulières de bleu de Prusse sont produites partout où le courant est transmis, et le temps pendant lequel le courant passe est enregistré. Dans le cas que nous décrivons, les trois fils communiquant aux trois plumes étaient parallèles distants les uns des autres d'environ 0,1 de pouce. La première plume *m* appartenait à un circuit de quelques pieds de fil seulement, et à une batterie séparée ; elle indiquait l'instant même où la clef de contact était abaissée par le doigt ; la seconde plume *n* était à l'extrémité communiquant avec le sol du fil tendu dans l'air, et la dernière plume *o* à l'extrémité communiquant avec le sol du long fil souterrain ; par une disposition particulière, la clef pouvait lancer l'électricité de la principale batterie dans n'importe lequel des deux derniers fils, simultanément avec le passage du courant dans le petit circuit aboutissant à la première plume. Quand les plumes *m* et *n* étaient en action, *m* traçait une ligne régulière d'une égale épaisseur, montrant par sa longueur le temps effectif employé par l'électricité à se répandre dans le fil, et *n* traçait une ligne pareillement régulière, parallèle à la première, d'égale longueur, et d'un très-faible degré en arrière, indiquant par là que le long fil tendu dans l'air conduisait son courant électrique presque instantanément jusqu'à son extrémité. Mais quand les plumes *m* et *o* étaient en action en même temps, la ligne tracée par *o* ne com-

mençait que quelque temps après la ligne tracée par *m*, et continuait après que la ligne *m* avait cessé, c'est-à-dire après que la batterie *o* avait été retirée. De plus, elle était faible d'abord, parvenait bientôt à son maximum d'intensité, continuait ainsi aussi longtemps qu'elle était en contact avec la batterie, puis diminuait graduellement jusqu'à n'être plus rien. La trace laissée par *o* montrait que le flux électrique employait un certain temps dans le fil sous-marin pour atteindre l'extrémité la plus éloignée ; par sa faiblesse au commencement, elle indiquait que la force était en partie employée à l'effort de l'induction latérale statique le long du fil ; par son arrivée au maximum, puis à l'égalité, elle faisait voir à quel moment l'induction était devenue proportionnelle à l'intensité du courant de la batterie ; en commençant à diminuer, elle manifestait que le courant de la batterie avait été interrompu, et sa prolongation ainsi que sa diminution graduelle indiquaient le moment où avait lieu la décharge de l'électricité accumulée dans le fil, et, en conséquence, la chute régulière de l'induction qui s'était de même régulièrement élevée.

Avec les plumes *m* et *o* la conversion d'un courant intermittent en un courant continu put être magnifiquement démontrée, le fil sous-terrain, au moyen de l'induction statique qu'il permet, agissant d'une manière analogue au volant d'une machine à vapeur, ou le réservoir d'air d'une pompe. Ainsi en abaissant et élevant la clef de contact d'une manière régulièrement alternative mais rapide, on vit la plume *m* tracer une série de courtes lignes séparées les unes des autres par des intervalles d'égale longueur. Après que quatre ou plus de ces lignes se furent succédé, la plume *o*, appartenant au fil souterrain, commença à pro-

duire une marque, faible d'abord, puis s'élevant au maximum, mais toujours continue. Si l'action de la clef de contact était moins rapide, la trace faite par *o* manifestait une augmentation et diminution alternative d'épaisseur; et si l'introduction du courant électrique à un bout du fil souterrain avait lieu à des intervalles plus longs encore, les traces opérées à l'autre se trouvaient entièrement séparées les unes des autres. Tout cela montre d'une manière magnifique comment le flux ou courant électrique individuel, une fois introduit dans le fil, et ne cessant jamais de poursuivre sa course, peut être affecté dans son intensité, sa durée et ses autres conditions, en étant employé partiellement à opérer l'induction statique.

Par d'autres arrangements des plumes *n* et *o*, l'extrémité rapprochée du fil souterrain pouvait être mise en communication avec la terre immédiatement après qu'elle avait été séparée de la batterie; alors le flux en arrière de l'électricité, et le temps et la manière dont il s'opérait étaient enregistrés d'une façon remarquable; mais je dois m'abstenir d'entrer dans plus de détails sur des résultats qui découlent de tous les principes exposés.

Plusieurs variétés de ces expériences ont été obtenues et peuvent être imaginées. Ainsi les extrémités de la batterie isolée ont été fixées aux extrémités du long fil souterrain et les deux moitiés du fil ont donné des courants de retour opposés, quand elles ont été mises en rapport avec la terre. Dans un tel cas le fil est positif à l'une de ses extrémités, et négatif à l'autre par l'effet de sa longueur et par l'action de la batterie maintenue d'une manière permanente dans la même condition dans laquelle se trouve, pour un instant seulement, un fil court par l'effet de la décharge d'une bouteille de Leyde, ou en prenant un cas extrême mais sem-

blable, un filament de gomme laque dont les extrémités sont chargées positivement et négativement. Colomb a signalé la différence qui existe entre un fil long et un fil court quant à son pouvoir isolant ou conducteur; or la même différence existe entre des fils de métal longs et courts.

Le caractère du phénomène décrit dans ce rapport, m'engage à me référer aux termes *intensité* et *quantité* en tant qu'appliqués à l'électricité; termes que j'ai eu si fréquemment l'occasion d'employer. Ceux qui étudient les relations statiques et dynamiques de l'électricité, ne peuvent se dispenser de faire usage de ces termes ou de leurs équivalents; tout courant qui rencontre une résistance renferme l'élément statique et d'induction, et de même dans tous les cas d'isolement on rencontre plus ou moins l'élément dynamique et la conduction, et nous venons de voir qu'avec la même source voltaïque, le même courant cheminant à travers une même longueur du même fil, donne un résultat différent selon que son intensité varie par l'effet des variations dans l'induction qui a lieu autour du fil. L'idée d'intensité ou, ce qui revient au même, de la faculté de surmonter la résistance, est aussi nécessaire à l'idée d'électricité, soit statique, soit dynamique, que l'idée de pression l'est à la vapeur qui s'élève d'un bouilleur, ou à l'air passant par des ouvertures ou des tubes; et nous devons avoir un langage approprié à l'expression de ces conditions et de ces idées. De plus, je n'ai jamais trouvé que ni l'un ni l'autre de ces termes conduisît à quelque erreur en ce qui concerne l'action électrique, ou donnât naissance à quelque point de vue erroné sur le caractère ou l'unité de l'électricité. Je ne puis trouver d'autres termes aussi significatifs, ou qui, en introduisant les mêmes idées, ne soient

pas sujets aux mêmes inconvénients. Il y aurait donc affectation de ma part à chercher d'autres mots ; et d'ailleurs, le sujet présent m'a montré plus que jamais leur grande valeur et leur avantage particulier dans le langage approprié à l'électricité[1].

[1] La fusée dont il est parlé dans le cours de ce travail est de la nature suivante. Un fil de cuivre était recouvert de gutta-percha sulfurée ; au bout de quelques mois l'on trouva qu'une couche mince de cuivre sulfuré s'était formé entre le métal et l'enveloppe ; et de plus que, lorsque la moitié de la gutta-percha était enlevée en quelque place, et le fil de cuivre éloigné d'environ un quart de pouce, de manière à ne rester en contact qu'avec la couche sulfurée adhérente au reste de la gutta-percha, une batterie intense pouvait faire entrer ce soufre en ignition active, et allumer de la poudre à canon avec la plus grande facilité. L'expérience fut faite dans la chambre au moyen de poudre à canon qui fut allumée au bout de huit milles d'un seul fil. M. Faraday rapporta qu'il avait vu la poudre s'allumer, au bout d'un trajet de cent milles d'un fil recouvert et submergé dans le canal, par le moyen de cette fusée.

Résumé des travaux les plus récents sur la génération alternante et sur les métamorphoses des animaux inférieurs, par M. Edouard Claparède.

(Premier article.)

Exposition des faits.

Le but que nous nous proposons dans les lignes qui vont suivre n'est point de joindre l'observation de faits nouveaux à l'amas de phénomènes intéressants et détachés qui remplissent les pages de tous nos recueils périodiques. Nous venons plutôt présenter ces phénomènes dans leur ensemble, les coordonner dans ce qu'ils ont de commun, et nous efforcer de montrer que ce qu'on s'est plu à représenter comme des anomalies étranges, ne sort point du cours ordinaire des choses, et se relie intimement à d'autres phénomènes anciennement connus, même du vulgaire. Quelques savants ont exagéré les idées d'analogie dans le règne animal; néanmoins il est constant que le principe d'unité de composition organique, établi par Vicq d'Azyr et démontré comme loi naturelle par Blumenbach, Cuvier, Blainville, doit régir l'ensemble des sciences naturelles. Répondant à cette unité anatomique, Bischoff, Müller, etc., se sont chargés d'établir sur des bases fermes une unité physiologique déjà entrevue par leurs prédécesseurs. Aussi, guidés par le flambeau de ces génies, penserons-nous toujours que, s'il ne faut pas faire de réunions forcées pour satisfaire à un esprit de système, il ne faut pas non plus séparer ce qu'unit la nature.

Voici déjà vingt ans et plus que se révèlent aux ob-

servateurs de tous les pays une série de phénomènes classés aujourd'hui sous le nom de génération alternante. D'abord rejetées de tous les savants qui se piquaient d'un esprit philosophique, classées au nombre de ces hallucinations scientifiques qui s'emparent parfois de toute une époque, comme l'ont fait dernièrement les tables tournantes, ces observations ont fini par être admises comme des faits positifs, mais isolés et étranges, comme des espèces d'anomalies de la nature. Peu à peu le nombre de ces cas anormaux s'est tellement accru, qu'ils ont dû passer à l'état de norme, de mode naturel de reproduction d'une grande partie des êtres. Un certain nombre d'observations relatives à la génération alternante, comme celles de Sars sur les méduses, sont aujourd'hui généralement connues, d'autres sont restées ensevelies dans des journaux scientifiques divers. Les ouvrages qui ont cherché à les réunir sont, en général, écrits en langue étrangère et peu connus chez nous[1]. Aussi commencerons-nous par une revue rapide et succincte des principaux phénomènes concernant la génération dite alternante. Ce mode de reproduction a reçu des noms divers, dont le plus répandu est celui que nous avons employé tout à l'heure. Richard Owen, en Angleterre, avait essayé de lui substituer celui de *Parthenogenesis*. Mais cette dénomination offrait l'inconvénient de renfermer en elle toute une théorie, dont Owen sentit lui-même l'insuffisance à rendre compte de tous les phénomènes auxquels il voulait l'appliquer. En conséquence, il a remplacé le nom de Parthenogenesis par celui de *Metagenesis*, métagénèse, qui semble plus heureux, d'autant plus qu'il fait pendant

[1] Tels sont : *Steenstrup*, Ueber den Generationswechsel.—*Carl Vogt,* Bilder aus dem Thierleben, etc.

au terme *métamorphose*; et il est à souhaiter que ce nom fasse son chemin dans la science. N'osant nous lancer plus avant dans une telle discussion avant d'avoir posé les faits qui doivent lui servir de base, nous allons passer immédiatement à l'analyse de ceux-ci, sans vouloir préjuger par là que tous puissent se ranger sous le chef *génération alternante*, plutôt que sous un autre.

C'est déjà chez les infusoires que nous rencontrons les premiers phénomènes qui sont appelés à attirer notre attention. Il appartenait à Stein et à Cohn de soustraire les premiers cette classe intéressante à l'esprit systématique d'Ehrenberg, d'y séparer avec tact les organismes végétaux et animaux que le maître y avait entassés confusément, et d'y interpréter d'une manière claire le problème de la propagation. De même qu'Ehrenberg s'était trop hâté de doter ses polygastriques d'une foule d'estomacs, dont la réalité ne peut subsister pour un observateur attentif, de même aussi c'est un peu à la légère qu'il a nommé certains organes ovaires, testicules, vésicules spermatiques. Stein est venu et a démontré que ces êtres soi-disant pourvus d'ovaires, d'organes spermagènes et de leurs conduits excréteurs, ne possèdent qu'une génération asexuelle. Dès lors nombre d'observateurs ont confirmé les vues nouvelles du disciple, malgré la résistance opiniâtre du maître au sein de l'Académie de Berlin.

Les faits les mieux établis jusqu'ici sont relatifs aux *Vorticelles* et aux *Epistylis*. Ces animalcules offrent des modes de reproduction fort divers. D'abord nous avons à noter une fissiparité longitudinale, connue dès longtemps. Une vorticelle qui se trouve sur le point de se multiplier par ce moyen, présente un étranglement suivant sa ligne médiane; son nucleus (le testicule, suivant Ehren-

berg) se partage en deux, de sorte que la partie de droite et la partie de gauche possèdent chacune le leur. A côté de chaque nouveau nucleus se montre une vésicule contractile, cet organe qui paraît être le premier indice d'un système circulatoire (aquifère ou sanguin) dans la série animale, et la vorticelle possède alors les éléments de deux individus. A ce moment l'étranglement devenant toujours plus prononcé, les deux nouvelles vorticelles se séparent; l'une reste fixée sur le style ou pédicelle, l'autre nage librement à l'aide d'une couronne de cils vibratiles, dont est munie sa partie postérieure. Elle va se fixer quelque part, perd ses cils postérieurs et développe à son tour un pédicelle.

Les vorticelles présentent en second lieu une gemmiparité externe, mais il est à remarquer que les bourgeons ne naissent point au hasard, sur une partie quelconque du corps de ces animaux. Ils se développent toujours à sa base, à sa jonction avec son style. Ces bourgeons gemmes sont semblables à l'animal-mère.

Nous devons enfin à Stein[1] la découverte et l'étude chez les vorticelles d'un troisième mode de reproduction déjà entrevu par Pineau[2], mode qu'il a désigné sous le nom de *génération acinétiforme*. C'est celui qui nous intéresse plus particulièrement ici. Il arrive parfois que, soit des vorticelles, soit des animaux voisins, comme les *Epistylis*, les *Vaginicola*, etc., passent de l'état de mobilité à celui d'immobilité parfaite, de vie latente, pourrait-on dire. L'animal retire ses cils vibratiles, contracte son corps en

[1] Voyez Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, Jahrgang 1849, et divers mémoires dans : Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von v. Siebold und Kolliker.

[2] Voyez Pineau dans les Annales des Sciences natur. de 1845.

forme de sphère, se détache de son style, sécrète autour de lui une mucosité qui s'endurcit en formant un kyste résistant et élastique, et se trouve ainsi libre dans l'eau, dans un état comparable à celui d'un œuf. Dans l'intérieur de ce kyste, la vorticelle subit des transformations qu'on pourrait comparer à celles d'une chenille dans sa chrysalide. Elle se métamorphose en une vésicule fermée, dont le contenu homogène laisse encore voir le nucleus primordial et la vésicule contractile. Cette dernière a passé à l'état d'immobilité parfaite, et ne montre plus d'alternatives de dilatation et de contraction. La vorticelle ainsi transformée développe de nombreux processus en forme de bras, qui percent les parois amincies du kyste pour s'étendre au dehors. Sous cette forme les vorticelles avaient été déjà observées et classées par Ehrenberg, soit dans le genre *Acineta* (famille des Bacillariées, composée en grande partie de végétaux), soit dans le genre *Podophrya* (famille des Enchelia), genres qui doivent être réunis aujourd'hui et considérés comme l'état acinétiforme des vorticellines[1]. Bientôt, dans l'intérieur du nucleus de l'acineta, l'on voit se développer une vésicule contractile; ce nucleus grossit considérablement, se munit d'une ceinture de cils vibratiles, et, expulsé de l'organisme-mère, il nage librement dans l'eau. La déchirure qui s'est faite dans la paroi du corps de l'acineta se referme; ses bras continuent

[1] Il est étonnant qu'Ehrenberg ait ainsi séparé dans son système des animaux qui offrent la plus grande analogie de structure, analogie bien fondamentale, comme le prouve cette relation physiologique découverte par Stein. Il paraît que l'état acinétiforme des vorticellines se manifeste toujours avec ce caractère d'être muni de bras rétractiles. Stein a fait connaître récemment le genre dendrocometes, composé d'animalcules acinétiformes pourvus de bras à ramifications arborescentes.

à s'allonger et à se contracter ; au bout de quelque temps un nouveau nucleus se développe, passe par les mêmes phases que le premier, et est expulsé à son tour. Après le second se forme un troisième, et ainsi de suite jusqu'à l'épuisement complet de l'acineta. Jusque-là vont les observations de Stein. Il est probable que les animalcules ovoïdes (apparemment *Trichodina* d'Ehrenb.), ainsi engendrés par les acineta, vont se fixer sur un corps quelconque et là se développent en vorticelles. J. Müller, qui a confirmé une grande partie de ces faits remarquables, prétend, il est vrai, avoir vu de tels animalcules se fixer et développer des bras d'acineta, mais ceci n'est point une preuve négative. L'*Hydra tuba*, comme nous le verrons plus loin, peut bien reproduire des *Hydra tuba*, et n'est cependant que la forme hydraire d'une méduse.

Il est à noter que les kystes de vorticelles ne sont pas toujours soumis à cette transformation en acineta. Parfois le kyste, après être resté un certain temps sans présenter de modifications bien apparentes, éclate en donnant le jour à une foule de petits êtres voisins de la *Monas colpoda* Ehrenb., ou de la *Monas scintillans* Ehrenb. Ceux-ci se développent plus tard en vorticelles[1]. Ces différences, que Stein cherche à expliquer, soit par l'âge des individus, soit par la présence ou l'absence de l'eau, semblent offrir quelque analogie avec les générations par macrogonidies et par microgonidies observées par Alex. Braun, Cohn, etc., chez des végétaux inférieurs (infusoires d'Ehrenberg). Ce procédé d'enkystement paraît être très-répandu chez les infusoires. Il a été constaté chez les *Proxodon*, *Holophrya*,

[1] Voyez *Stein*, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feinern Baues der Infusionsthiere, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1852.

Trachelius, *Trachelocerca*, *Chilodon*, *Euglena*, etc.[1] Retrouvé également chez les grégarines et les helminthes, il paraît jouer dans la nature un grand rôle que nous nous promettons d'étudier plus loin.

Parmi d'autres observations isolées sur le développement des infusoires, un peu différentes de celles qui concernent les vorticelles, citons celles de Focke[2] et de Cohn[3] sur la *Loxodes bursaria* Ehrenb. Cet infusoire, outre une génération par fissiparité longitudinale et transversale, se multiplie par la production d'embryons vibratiles. De deux à huit boules de consistance granuleuse, munies chacune de deux vésicules contractiles, se développent dans la cavité générale du corps. Expulsées au dehors, elles se meuvent avec vivacité dans l'eau, d'une manière indépendante. Ces jeunes individus sont recouverts à leur surface de cils vibratiles et appartiennent au genre *Cyclidium* d'Ehrenberg, ou *Enchelys* de Dujardin, animalcules dont la forme s'éloigne tout à fait de celle des loxodes. Il y a donc là probabilité d'une génération alternante.

Nous bornant à ce qui vient d'être dit sur les infusoires, passons à la génération des polypes, qui est aujourd'hui bien connue, grâce aux belles observations de Sars, de Van Beneden, de Steenstrup, de de Siebold, de Dujardin, de Desor. Le résultat des publications de ces savants a été de détacher des polypes un groupe qui a pour type l'hydre de Trembley, et auquel des relations remarquables

[1] Voyez surtout *Ferd. Cohn*, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien, Zeitschrift, etc. Jahrgang 1853.

[2] Amtlicher Bericht der Naturforschersammlung zu Bremen, 1844.

[3] V. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1851.

avec certains acalèphes ont fait donner le nom d'hydroméduses. Des observations subséquentes démontreront jusqu'à quel point l'érection de ce groupe en classe particulière peut se justifier. Le fait que le type que nous avons nommé l'hydre d'eau douce, échappe au mode de reproduction dont nous allons parler, semble peu en faveur de ce changement. Dans tous les cas, malgré cette exception, il est évident que la séparation tranchée établie depuis longtemps entre les polypes et les acalèphes ne peut être considérée que comme purement artificielle et sans valeur. C'est chez les polypes que se trouvent des exemples d'un mode de reproduction qu'on peut appeler, sans hésiter, du nom de génération alternante, expression dont l'emploi semble souvent bien difficile. Une des premières espèces chez lesquelles Sars, dans ses recherches sur les côtes de la mer du Nord, observa cette soi-disant anomalie, est celle qui correspond sous son état de méduse à la *Medusa aurita*. Esquissons en peu de mots les résultats auxquels est arrivé le savant observateur[1].

La *Medusa aurita* est pourvue, comme toutes les autres, d'organes générateurs en nombre pair, qui contiennent tantôt des œufs, tantôt des zoospermes. Ces produits des organismes mâle et femelle sont déversés dans la mer où la fécondation s'opère rapidement, et les œufs vont se fixer dans les dentelures du pied de la méduse mère. L'éclosion des œufs donne le jour à de jeunes êtres *infusoriformes*, c'est-à-dire à des animalcules ovoïdes se mouvant dans l'eau à l'aide de cils vibratiles. Ces animalcules vont se fixer quelque part, soit à l'aide d'une cupule, soit au moyen d'une substance gommeuse. Là, chacun des jeunes

[1] Voyez divers mémoires dans les Wiegmann's Archiv.

individus prend un aspect cupuliforme, s'allonge peu à peu, et finit par offrir l'aspect d'un polype hydraire. C'est l'*hydra tuba*, connu dès longtemps des auteurs. Dans cet état l'*hydra tuba* peut reproduire des jeunes semblables à elle-même, soit au moyen d'œufs, soit au moyen de gemmes qu'elle développe à sa base. Puis elle continue à croître; son corps s'élargit en même temps qu'il s'allonge; des stries transversales se dessinent à sa surface, deviennent toujours plus évidentes, délimitent des sortes d'articulations; et, sous cette forme, l'animal avait reçu primitivement le nom de Strobila. Les articulations de la strobile se séparent graduellement les unes des autres, elles se munissent de dentelures à leur bord, et finissent par ne plus adhérer entre elles que par l'axe central, offrant alors l'apparence d'une pile de tasses. A ce moment chacune des articulations se sépare, se retourne et nage librement dans l'eau. Ce sont autant de jeunes méduses. Müller, de Siebold et bien d'autres sont venus confirmer ces intéressantes observations. Voilà bien le vrai type d'une génération alternante. Ses diverses phases sont les suivantes :

Méduse — *par oviparité* — polype.
Polype — *par gemmiparité* — polype.
Polype – *par oviparité* — polype.
Polype — *par gemmiparité* — méduse.

Les *Campanullaria* offrent des phénomènes analogues. Les polypiers de campanullaria offrent des individus de deux formes différentes, destinés les uns à la reproduction par œufs, les autres à la reproduction par gemmes. Les jeunes sortis des œufs sont infusoriformes, c'est-à-dire nagent libres dans l'eau à l'aide de cils vibratiles. Dans cet état ils sont connus sous le nom de *Planula*. Bientôt la

planula se fixe sur le sol et se développe en un polype semblable à l'animal-mère. Les individus destinés à la reproduction gemmipare développent des bourgeons qui prennent la forme de méduses et se détachent de l'organisme-mère. Par leurs œufs ces méduses reproduisent des polypes. La génération alternante de la campanullaria appartient encore aux plus évidentes :

Méduse — *par génération sexuelle* — polype.
Polype — *par génération sexuelle* — polype.
Polype — *par génération asexuelle* — méduse.

De nature analogue sont les phénomènes présentés par d'autres polypes, les *Tubularia*, quoiqu'ils présentent cependant quelque différence. Tout autour de la base de ses bras, le polype porte des capsules en grand nombre destinées à la reproduction. On ne peut les considérer que comme des gemmes, et non comme des œufs, attendu qu'elles manquent de vésicule germinative. Dans l'intérieur de chaque capsule se trouve une masse rudimentaire qui se développe peu à peu en polype. Lorsque le jeune est arrivé à maturité, il quitte la capsule, nage dans la mer à l'aide de ses bras et va se fixer sur un objet quelconque, où il se développe nu-pied comme la tubularia dont il descend. Ces capsules embryonnaires ne subissent cependant pas toutes les mêmes phases. Quelques-unes d'entre elles, d'après les observations de Van Beneden, prennent une forme de sac muni de quatre tentacules. Ce sac n'est autre chose qu'une méduse du genre *Sarsia*, encore adhérente à la tubularia. Plus tard la jeune sarsia se détache de l'organisme-mère et nage dans l'eau à l'aide de ses quatre tentacules. Il est probable que des organes sexuels se développent alors chez elle, et que ses œufs fé-

condés reproduisent des tubularia. Ce dernier fait n'a pas été observé par Van Beneden, mais il est, pour ainsi dire, certain, d'après ce qu'on sait des autres sarsia.

Bien d'autres découvertes remarquables et analogues ont été faites chez divers autres genres de la classe des polypes, chez les *Coryna*, *Syncoryna*, *Pennaria*, etc., par exemple; mais comme il serait trop long de les passer toutes en revue, nous nous contentons de renvoyer ceux qui en seraient curieux, aux travaux de Van Beneden dans les *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, à ceux de Desor dans les *Annales des sciences naturelles*, ainsi qu'aux divers mémoires de Lovèn, de Krohn, de Müller qui traitent ce sujet.

Laissant là notre analyse du développement des infusoires et des hydroméduses, tournons-nous vers les échinodermes. C'est aux infatigables recherches de Jean Müller que nous devons la connaissance génésique de ces animaux, recherches commencées avec succès sur les bords des mers septentrionales et continuées sur les côtes de l'Adriatique et de la Méditerranée. Ses travaux sont un vrai modèle d'observation, car des recherches de cette espèce sont entourées d'immenses difficultés: les larves, soit premiers états des échinodermes, sont des animalcules microscopiques, dont la forme est tellement différente de celle de l'animal parfait, qu'il est impossible, au premier abord, de deviner qu'ils appartiennent à la même classe d'êtres. De plus, il n'est pas possible d'élever ces larves comme on élève celle des lépidoptères ou d'autres insectes, de telle sorte qu'on en est réduit à observer isolément les phases diverses du développement d'une même espèce, et de chercher ensuite des liens pour coordonner ces observations isolées. Dans leur premier état, les jeunes sortis des

œufs d'échinodermes sont assez semblables entre eux; ils représentent alors une phase que nous avons déjà dit être la première chez les jeunes polypes sortant de l'œuf, à savoir celle d'embryons infusoriformes (c'est-à-dire d'animalcules recouverts de cils vibratiles sur toute leur surface). Chez les échinides, l'embryon vibratile se transforme en une larve non point rayonnée, mais à structure paire, parfaitement bilatérale. La forme de cette larve est très-compliquée, et Müller n'a rien trouvé de mieux que de la comparer à un porte-montre ou à un chevalet de peintre. Je m'abstiens de la décrire, renvoyant le lecteur aux nombreux articles publiés par Jean Müller dans les *Abhandlungen der Berliner Academie*[1], à partir de l'année 1846, et je me contente de dire qu'elle présente un appareil digestif bien développé, et qu'elle nage à l'aide de quatre épaulettes vibratiles (*Wimperepauletten*) et d'une ceinture de cils vibratiles qui borde tout son pourtour. Arrivée à ce point de son développement, la larve ne se métamorphose pas en échinus comme un ver blanc se métamorphose en hanneton, mais elle va se fixer quelque part à l'aide de ses bras, et l'échinus se forme *latéralement* dans l'intérieur de son corps, derrière le pharynx. L'échinoderme n'est d'abord qu'une espèce de disque aplati, qui s'étend peu à peu sur tout l'estomac, et finit par l'envelopper. A mesure que ce disque se développe, on le voit prendre une structure rayonnée, et montrer les organes (ambulacres, rosette apiciale, etc.) qui caractérisent les échinides. Enfin la bouche de l'animal parfait se forme, mais à une place qui ne correspond point à la bouche de la larve; le corps de cette

[1] M. Camille Dareste en publie maintenant des extraits dans les Annales des Sciences naturelles, mais malheureusement d'une manière peu méthodique.

dernière est résorbé en majeure partie par le développement de l'échinoderme, le reste est rejeté, et l'échinide est arrivé à sa forme définitive.

Les ophiurides présentent un développement très-analogue. Leurs larves, comme type desquelles on peut prendre le *Pluteus paradoxus* de Müller, offrent, il est vrai, une forme assez différente de celle des larves d'échinides, mais l'échinoderme naît, comme dans le cas précédent, dans une position latérale voisine de l'estomac et non axialement; il finit de même par résorber la plus grande partie de la larve en atteignant sa forme définitive.

Le développement des astérides, quoique appartenant toujours au même plan général, offre quelques différences. Ici l'échinoderme ne résorbe qu'une petite partie de la larve, et se meut un certain temps dans l'eau avec tout le mécanisme natatoire de cette dernière. Sars trouva le premier cette larve à demi métamorphosée et la nomma *Bipinnaria asterigera*, parce qu'elle a l'apparence d'un animal bilatéral portant sur son estomac une étoile rayonnée. J. Müller, qui observa plus tard des êtres analogues près d'Helsingör, ne méconnut pas longtemps leur véritable nature: il y vit une phase du développement des astérides. En effet, les Bipinnaria sont des larves, chez lesquelles l'échinoderme commence à se montrer comme un organe pentagonal dans la région supérieure de l'estomac. L'étoile laisse reconnaître peu à peu les différentes parties qui la caractérisent, ses ambulacres, sa plaque madréporique, etc.; elle grandit autour de l'estomac de la Bipinnaria et l'enveloppe en elle-même, comme cela a lieu chez les ophiures et les oursins, tout en gardant une bouche et un anus différents de ceux de la larve. Puis lorsqu'elle a atteint un développement suffisant, elle se sépare par déchirure de l'appareil

natatoire, qui, abandonné à lui-même, se décompose. Il ne paraît pas cependant que le développement de tous les astérides puisse se rapporter au type de la Bipinnaria. Müller a observé des larves qu'il nomme *Tornaria*, lesquelles se développent aussi en étoiles de mer. Le développement des Tornaria diffère de celui des Bipinnaria en ce que la larve est en entier résorbée par la croissance de l'échinoderme, et qu'il n'y a pas d'appareil natatoire considérable, destiné à être rejeté au moment de la dernière transformation.

Le dernier type des échinodermes est représenté par les Holothuries. Leurs jeunes larves sont en quelque sorte comparables pour la forme à un écusson de goût antique; elles ont reçu de Müller le nom d'*Auricularia*. L'holothurie, ou du moins une de ses parties importantes, son système tentaculaire, prend naissance autour de l'estomac, sous forme d'une agglomération de cœcums. Dans une phase suivante, que Müller n'appelle plus état de larve (Larvenzustand), mais état de nymphe (Puppenzustand), l'Auricularia prend la forme d'un petit tonneau cerclé, dont chaque cerceau serait muni de cils vibratiles. Les organes se dessinent toujours plus distincts, les tentacules se développent, les vaisseaux aquifères et la vésicule de Poli se laissent apercevoir, la nymphe perd ses cerceaux vibratiles et l'holothurie est formée.

Si maintenant nous passons aux helminthes, nous trouvons dans leur reproduction des particularités pour le moins aussi curieuses que celles que nous offrent les polypes. Le mode de propagation de ces animaux, la route que suivent leurs germes pour arriver dans le corps des hôtes qu'ils habitent, et bien d'autres points de l'histoire de ces vers sont longtemps restés cachés sous un voile

épais, que Küchenmeister, de Siebold, Wagner se sont chargés de soulever dans ces dernières années. Des recherches sur un tel sujet sont entourées, du reste, d'un si grand nombre de difficultés, qu'il n'est pas étonnant que tant de faits intéressants soient restés totalement inaperçus par des observateurs qui, comme Rudolphi, Dujardin et d'autres, se sont attachés spécialement à la science helminthologique. Quant à ce qui concerne les cestoïdes (*cestoda*), en premier lieu, on ne peut guère faire remonter au delà de deux ou trois années l'époque où le développement des jeunes a été sinon établi, du moins indiqué d'une manière un peu positive. On avait vu de petits vers ressemblant à des têtes de ténia, fixés à l'aide de leurs crocs dans les membranes de l'intestin d'animaux où ils étaient parvenus par un procédé encore problématique. On avait vu ces helminthes développer des anneaux à la partie postérieure de leur corps, ces anneaux s'allonger et s'élargir, tandis que le ver croissait lui-même par l'intercalation de nouveaux segments entre le corps primitif et les premières articulations développées. Au bout d'un certain temps, les petits vers étaient devenus des ténias, chez lesquels les anneaux postérieurs étaient parvenus à l'état de maturité, pourvus d'ovaires et d'organes spermagènes, les premiers renfermant des œufs déjà munis de leur coquille, les autres des zoospermes en état de féconder. L'observation s'était arrêtée là. C'était un premier pas. Bientôt on s'aperçut qu'une grande erreur avait régné jusqu'alors dans l'helminthologie, erreur accréditée partout par les médecins. Des malades affectés du *Tœnia solium* ou du *Bothriocephalus latus* tombaient entre les mains de médecins qui leur administraient les remèdes prescrits en pareil cas, et les docteurs trouvant bientôt après des anneaux de ver so-

litaire parmi les fèces de leurs sujets, croyaient y voir des symptômes favorables, et allaient préconisant leur remède. L'opinion encore conservée par une foule de médecins que ce rejet d'anneaux de ténia parmi les matières fécales serait une preuve incontestable de la destruction du parasite, est cependant une erreur manifeste. Ce n'est là que le procédé normal et régulier de la reproduction du ténia. En effet, un ver ténioïde doit être considéré moins comme un individu que comme un agrégat d'individus. Chaque anneau contient en lui-même les éléments d'un individu complet, présentant en particulier des organes générateurs bien développés. Lorsqu'un certain nombre d'anneaux sont arrivés à l'état de maturité et ont été fécondés, soit par l'accouplement réciproque de deux vers, soit par l'accouplement d'un ver avec lui-même[1], ils se séparent des précédents et sont expulsés avec les matières fécales hors du tube intestinal dans lequel vit le parasite. Ici a eu lieu un second temps d'arrêt dans l'histoire du développement des cestoïdes. Le microscope montrait à ce moment dans chaque œuf un embryon doué de mouvement et muni de ses crochets; mais la manière dont cet embryon pouvait parvenir dans la cavité digestive d'un animal semblable à celui qu'avait habité son organisme-mère, semblait devoir rester longtemps encore des plus problématiques. De récentes observations ont démontré que cet embryon est probablement avalé par des insectes ou par d'autres animaux qui se nourrissent de matières fécales, que de là il passe dans le canal intestinal d'animaux insectivores, et que c'est par une suite de migrations semblables qu'il arrive dans le corps d'un oiseau ou d'un mammifère. Les œufs peu-

[1] On a observé un Bothriocéphale replié sur lui-même; le côté de droite fécondant le côté de gauche.

vent y être aussi transportés plus directement, soit par l'eau, soit par d'autres véhicules.

D'après ce qui précède, nous avons à considérer en général chez les cestoïdes deux catégories d'individus, les uns sexuels, les autres asexuels. Chaque espèce est appelée à vivre sous les deux formes. Le jeune ver rubanaire qui présente la forme d'un bout céphalique de ténia, c'est-à-dire le cestoïde dans ce premier état qu'on a désigné sous le nom de scolex, est asexué. Ce scolex produit à sa partie postérieure par gemmation de nouveaux individus (les soi-disant anneaux du ver) qui sont sexués. En un mot, le scolex correspond à la phase hydraire des hydroméduses, et l'anneau de ténia à la phase médusiforme, ou, pour nous servir des expressions de Steenstrup, le scolex est la nourrice (amme)[1] des individus-anneaux.

Passons maintenant à l'étude de faits moins généraux, et cherchons à suivre de près le développement des ténias proprement dits. Il ne nous est pas permis de commencer dès l'œuf même, parce que nous ne savons pas encore exactement ce qui se passe au moment de l'éclosion des œufs contenus dans les ovaires des individus-anneaux; mais nous retrouvons les jeunes ténias, déjà reconnaissables à la forme de leur tête armée de ses crochets, dans les

[1] Pour ne pas inventer une terminologie nouvelle, nous croyons devoir conserver la nomenclature de Steenstrup, qui a été jusqu'ici très-faussement interprétée en français. En effet, les auteurs français ne distinguent point l'état de nourrice (*Ammenzustand*) de l'état de larve (*Larvenzustand*). Pour eux les hydres, les scolex, les tubes à cercaires, etc., sont des larves tout aussi bien qu'une chenille ou qu'un ver blanc. De là dans la science une grande confusion que nous espérons dissiper lorsque, cette analyse finie, nous poserons les limites entre les larves et les nourrices.

viscères de divers animaux, sans que nous puissions dire d'une manière parfaitement certaine comment ils sont venus là. Néanmoins, cette tête si bien caractérisée se trouve souvent liée à un corps vésiculiforme tellement étrange, que bien longtemps ses relations avec un véritable ténia ont été totalement méconnues. Aussi, quoique les helminthologistes reconnussent la frappante analogie qui existe entre une tête de cysticerque et une tête de ténia, ils étaient arrêtés dans ce rapprochement par l'immense distance qui semble séparer un ver rubanaire, à forme linéaire et mince, d'un animal globuleux comme un cestoïde vésiculaire. Ce fut en 1844 que de Siebold, reprenant ce sujet, attira tout particulièrement l'attention sur l'analogie remarquable qui existe entre la partie céphalique du *Cysticercus fasciolaris* des rats et des souris, et celle du *Tœnia crassicollis* des chats, et il avança l'hypothèse que le cysticerque des rats pourrait bien n'être qu'un état particulier de ce ténia. Allan Thompson à Glasgow, était, de son côté et à la même époque, amené à un semblable rapprochement. Küchenmeister de Zittau chercha le premier à démontrer par des expériences la réalité de cette hypothèse. En 1851, il annonça que, sur quarante individus du *Cysticercus pisiformis* du lapin, il était parvenu à en transformer trente-cinq en *Tœnia crassiceps* du renard [1]. Malheureusement dans des mémoires postérieurs [2], Kuchenmeister montra par ses hésitations et ses erreurs de détermination une absence de la science helminthologique, qui nuisit au succès de ses découvertes. De Siebold et Lewald [3]

[1] Güngsburg's Zeitschrift für klinische Vorträge, 1851.

[2] Ueber Tinnen und Bandwürmer, in der Vierteljahrschrift für practische Heilkunde. Prag, 1852.

[3] *De cysticercorum metamorphosi*, etc. auctore *G. Lewald*. Be-

reprirent alors ces travaux *ab ovo*, et leurs observations dernièrement publiées ont fait faire un grand pas à la science. Le mode d'expérimentation qu'ils ont employé consiste à nourrir des chiens avec des kystes de cysticerques, pris sur des lapins. Les kystes, arrivés dans l'estomac du carnassier, sont attaqués et détruits par l'action du suc gastrique. La vésicule caudale subit le même sort, après avoir préalablement perdu de son volume par suite d'exosmose. Il ne reste plus alors du cysticerque que la tête et le corps primitivement caché dans la vésicule. L'helminthe passant par le pylore arrive dans le duodenum, où il allonge la tête et cherche entre les villosités intestinales un endroit propre à se fixer pendant la suite de son développement. Pendant les premières heures de son séjour dans l'intestin du chien, il conserve une apparence un peu œdémateuse qu'il perd peu à peu, son corps diminuant de volume par suite d'actions exosmotiques qui doivent nécessairement avoir lieu entre les liquides qu'il renferme, d'une part, et le chyle, d'autre part, qui est d'une densité bien plus grande. Immédiatement commence la croissance en longueur du parasite, dont la tête et le cou ont déjà pris tout leur développement dans le kyste péritonéal du lapin. A mesure que le corps s'allonge, il laisse voir à sa surface des stries transversales, qui bientôt deviennent de profonds sillons et délimitent au bout de quelque temps de véritables articulations. Ce sont les premiers rudiments des individus-anneaux sexués. Le cysticerque est alors devenu un ténia, qui ne trahit sa première origine que par une cicatrice qui subsiste à la partie postérieure de son corps, à la place où était fixée naguère la

rolini, 1852. Voyez aussi *de Siebold* dans : Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1853.

vésicule du cysticerque. Après un séjour de vingt-cinq jours dans l'intestin du chien, un cysticerque est devenu un ténia de 10 à 12 pouces; au bout de trois mois, il a atteint une longueur de 20 à 30 pouces. Dans cet état, le ver a été parfaitement déterminable et a été rapporté par de Siebold au *Tœnia serrata.* Ces expériences ont toujours été faites sur des chiens de garde, chez lesquels le *Tœnia serrata* est fort rare, tandis qu'il est fort commun chez les chiens de chasse, fait qui s'explique de lui-même, puisque les chiens de chasse ont souvent l'occasion de manger les entrailles des lièvres, dont le péritoine est fréquemment affecté du *Cyst. pisiformis.* Les expériences de de Siebold ont été entourées de toutes les précautions possibles. Le nombre des ténias trouvés dans l'intestin des chiens servant de sujets a toujours été en rapport avec le nombre de kystes qu'ils avaient avalés, et dans un état de développement en rapport avec l'époque du commencement de l'expérience; de telle sorte qu'il ne peut plus y avoir de doute sur la réalité et la portée de ces faits. Küchenmeister s'était empressé de généraliser ses observations et de déclarer que tous les ténioïdes n'étaient que des cysticerques transformés. C'était une induction un peu précipitée, à laquelle de Siebold n'a pu se joindre. En effet, on estime à 188 le nombre des espèces de ténias connues, tandis qu'on ne connaît que 16 cysticerques, nombre qu'on peut porter au plus à 25, en y adjoignant les genres voisins, c'est-à-dire les autres helminthes de la division des vésiculaires. De Siebold pense que les vers vésiculaires ne sont qu'un état hydropique et maladif des ténioïdes, et que la forme et le volume de la vésicule caudale ne dépendent point de la nature spécifique de l'helminthe, mais des circonstances extérieures dans lesquelles il se trouve. Il est par-

faitement vrai que de grandes déviations se présentent chez des animaux supérieurs transportés dans des contrées et au milieu de conditions différentes de celles que la nature leur avait assignées; mais cependant nous ne savons si l'on peut donner des raisons suffisantes pour considérer l'état vésiculaire des cestoïdes comme un état maladif. Il est vrai que le nombre des cysticerques n'est pas en rapport avec celui des ténias connus; mais qui sait si une même espèce de cysticercus ne pourrait pas se développer en *Tœnia serrata* chez certaines races de chiens, en *Tœnia cucumerina* chez d'autres, en *T. crassiceps* chez le renard? Sans doute ce n'est là qu'une hypothèse, mais si elle a quelque improbabilité, elle n'a rien d'impossible. Cependant, il faut reconnaître que les ténias ne doivent pas *forcément* passer par la phase de cysticercus; car s'il en était ainsi, et tous les vers vésiculaires habitant des animaux, comment pourrait-on expliquer la présence de vers rubanaires chez les herbivores, ou chez les hommes qui ne mangent que de la viande cuite? A vrai dire, Bilharz[1] a observé que les ténias sont beaucoup plus abondants chez les races humaines qui se nourrissent de chair crue, mais ceci n'aurait d'importance que pour une question de plus ou moins grande fréquence. Stein, qui a observé directement le développement des embryons dans des œufs de ténia, les a vus prendre non la forme de ténia ou de cysticerques, mais celle de scolex, c'est-à-dire de bout céphalique de ver ténioïde. Supposons que la partie postérieure d'un tel scolex se tuméfie excessivement, on aura un cysticercus; supposons qu'au lieu de se tuméfier elle s'allonge, on aura un ténia. Suivant les circonstances, les

[1] *Bilharz*, Beitrag zur Helminthographia humana, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Jahrgang 1852.

embryons de ténia peuvent se développer en cysticerques ou en ténias, de même que les capsules embryonnaires des tubularia se développent tantôt en polypes, tantôt en méduses, par suite de causes jusqu'ici peu connues. Un ténia peut passer par l'état de cysticerque ou non, tout comme une vorticelle peut passer ou ne pas passer par la phase acinétiforme. C'est la présence ou l'absence d'eau qui détermine ces différentes directions du développement chez les vorticelles; c'est le fait que l'embryon arrive dans l'estomac d'un lapin ou d'un lièvre, plutôt que dans celui d'un chien ou d'un renard, qui joue le même rôle chez les ténias.

Des expériences analogues ont été faites par de Siebold sur l'*Echinococcus veterinorum*, qu'il a vu prendre dans l'intestin du chien d'abord la forme de scolex, et plus tard celle d'un vrai ténia. Le *Cœnurus cerebralis* paraîtrait devoir donner des résultats semblables. De pareilles recherches sont d'une importance immense pour nos agriculteurs et nos éleveurs de bêtes à laine, puisqu'elles pourront mettre sur la voie des méthodes à employer pour prévenir soit la ladrerie des porcs, soit les douleurs et les avaries causées à notre bétail par le cœnure du mouton ou *ver du tournis* et bien d'autres helminthes.

Un mode de développement plus compliqué encore que celui des ténias proprement dits, puisqu'il présente une phase de plus, nous est offert par les tétrarhyncus, autres helminthes de la division des cestoïdes, dont les espèces vivent en parasites chez les céphalophores, les céphalopodes, les poissons, etc. Voici en peu de mots ce qui touche à ces singuliers vers. On trouve dans les animaux que nous venons de nommer des kystes dans l'intérieur desquels se trouve un helminthe qu'on a pris d'abord pour un trématode, et nommé *Am-*

phistomum, mais qui, en réalité, n'est qu'un état du développement d'un cestoïde. Il est muni de quatre grosses ventouses et d'une queue vésiculeuse, dans laquelle se cache le corps entier lorsqu'il se rétracte. D'après de Siebold[1], la tête rétractée de cet amphistomum ne serait autre chose qu'un tétrarhyncus, destiné à se séparer plus tard du reste de l'animal, comme un têtard se sépare de sa queue lorsqu'elle a fait son temps, et à vivre indépendant. Suivant ce savant anatomiste, les relations du tétrarhyncus à l'amphistomum seraient donc celles de tête à corps. Telle n'est point l'opinion des autres helminthologistes. Déjà avant que de Siebold eût fait connaître ses observations, Leblond, Miescher et Blanchard avaient reconnu que l'amphistomum logeait dans son intérieur un tétrarhyncus, qui n'était uni à lui par aucune continuité de tissu. Dernièrement un anatomiste distingué, Alex. von Nordmann[2], professeur à Helsingfors, est venu reprendre les arguments de ces savants, en les appuyant de considérations nouvelles. Il a observé beaucoup de kystes de l'*Amphistomum rhopaloïdes* Lebl., dont l'amphistome contenait un *Tetrarhynchus opisthocotyle* Lebl., qu'il a pu libérer par une section adroite de l'helminthe-enveloppe, sans avoir rompu d'adhérence; il a vu un grand nombre d'autres kystes renfermant l'*Amphistomum seul*, qui paraissait avoir été abandonné par le tétrarhyncus, occupé probablement à poursuivre ses transformations et migrations. Tous

[1] *V. Siebold*, Ueber den Generationswechsel der Cestoden, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Jahrgang 1850. Ce mémoire a été traduit par M. C. Dareste, dans les Annales des Sciences naturelles de 1851.

[2] Voyez : Ein Sendschreiben von Nordmann an v. Siebold, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1853.

ces amphistomum débarrassés de leurs hôtes semblaient conserver une vitalité aussi grande que par le passé. Si, comme nous avons tout lieu de le croire, les observations de Leblond, de Miescher, de Nordmann, etc., sont cette fois-ci plus exactes que celles de de Siebold, les tétrarhyncus se trouveraient primitivement enfermés dans une *enveloppe vivante*, condition bizarre, qui se trouve souvent réalisée chez leurs voisins, les helminthes trématodes. D'après ce que nous avons dit plus haut sur les cestoïdes, le tétrarhyncus étant l'analogue des scolex, doit être considéré comme une nourrice. L'amphistomum est donc le représentant d'une nouvelle phase de développement, et nous adopterons pour lui la dénomination *grand'nourrice* (grossamme), déjà consacrée par Steenstrup et vulgarisée en Allemagne.

La seconde division des intestinaux, à savoir celle qu'on désigne sous le nom de *Trematodes*, a donné lieu à une longue série d'observations importantes, consignées en grande partie dans le travail remarquable de Steenstrup sur la génération alternante. Ces animaux offrent une organisation bien supérieure à celle des cestoïdes, et chaque espèce paraît appelée à passer par diverses générations avant d'accomplir le cycle qui doit la ramener à sa forme primitive. Comme type de ce singulier mode de développement, nous prendrons le *Monostomum mutabile* observé par de Siebold[1], dont les belles observations ont été fort bien résumées par Carl Vogt[2]. Cet helminthe habite de préférence le jabot et les cavités muqueuses de la tête de divers oiseaux aquatiques. Il pond d'ordinaire un seul œuf, duquel sort un jeune individu bursiforme immédiatement

[1] Wiegmann's Archiv, 1835.
[2] Bilder aus dem Thierleben, 1852.

après la ponte, ou même déjà avant. Le jeune est muni d'yeux et de cils vibratiles à l'aide desquels il se meut vivement dans l'eau. Son corps est dépourvu d'intestin, et montre la plus grande partie de sa cavité interne remplie d'une matière blanchâtre et non diaphane, qu'on serait tenté d'interpréter d'abord comme un organe particulier. Mais bientôt on voit que ce corps blanchâtre se meut, se contracte, s'allonge, à la manière d'un individu indépendant. C'est bien là, en effet, sa nature. L'helminthe-enveloppe se fend au bout d'un certain temps, et le nouvel individu en sort. La dépouille abandonnée et sans vie se décompose. Ce ver, en forme de sac, habitant l'intérieur du jeune sorti de l'œuf de monostomum, est-il un parasite ou un membre indispensable du développement du *Monostomum mutabile* même? Il semble hors de doute que cette dernière hypothèse est la vraie, que l'helminthe-enveloppe appartient à la catégorie des êtres désignés par Steenstrup sous le nom de *grand'nourrice*, et l'helminthe-inclus aux *nourrices* du même auteur. La nourrice, dont le développement n'a pas été observé plus loin, est probablement appelée à reproduire par une gemmation interne le monostomum à la souche duquel elle appartient. C'est, du moins, ce que l'analogie permet d'inférer. En effet, ces observations relatives au monostomum ne sont point isolées dans la science. Elles paraissent au contraire devoir se rattacher, soit à celles que nous avons mentionnées plus haut au sujet des tetrarhynques, soit à celles qui ont été faites depuis quelques années sur des animaux voisins, à savoir sur les distomes.

Durant les mois d'hiver on peut rencontrer chez un grand nombre de limnées de nos étangs une foule de petits vers cylindriques, munis d'une queue et de deux processus

latéraux, chez lesquels on ne distingue guère d'autres organes que le canal intestinal. Aux deux côtés de ce canal, dans la partie postérieure, on aperçoit des masses granuleuses qu'on pourrait prendre d'abord pour des œufs. Mais comme ni Steenstrup, ni de Siebold, ni Vogt n'ont pu y découvrir de tache ou de vésicule germinative ; il est probable qu'on doit les considérer comme des gemmes. Ces gemmes prennent bientôt une forme cylindrique, se munissent d'une queue et d'appendices latéraux, et l'on peut se convaincre que dans la grand'nourrice (car c'est ainsi qu'on a interprété le ver en forme de sac) se forment de jeunes embryons (les futures nourrices). Tel est le premier terme du cycle. Les nourrices devenues libres offrent une forme très-analogue à celle de la grand'nourrice; seulement leur canal alimentaire est plus court et diminue à mesure que la nourrice avance en âge, et que la partie postérieure de son corps se remplit d'une foule de germes. Ces germes ont d'abord une apparence qui rappelle ceux qui se sont développés dans la grand'nourrice, mais ils s'en différencient peu à peu, deviennent pyriformes et finissent par présenter l'aspect d'un ovoïde terminé par une longue queue. Une ventouse se forme à leur extrémité buccale et une autre au milieu de leur face ventrale. Le corps des nourrices se remplit totalement d'une masse de ces petits êtres qui, dès longtemps, étaient connus et désignés sous le nom de cercaires (*Cercaria*). Les cercaires, après avoir percé leur enveloppe commune, c'est-à-dire la nourrice, arrivent au dehors, soit par le conduit intestinal du limnée, soit par ses vaisseaux aquifères. Aussi n'est-il pas rare, lorsqu'on tue un limnée en le plongeant dans un vase plein d'eau bouillante, de voir se former tout autour de lui un nuage blanc, dû à une myriade de cercaires (*Cercaria echinata*) qui

s'échappent du mollusque. Ces cercaires, arrivés dans l'eau des étangs, nagent à l'aide d'une série de contractions et d'expansions, se mouvant avec une extrême vivacité, tandis que les débris de la nourrice se décomposent.

Peu à peu les mouvements des cercaires perdent de leur impétuosité. Chacun d'eux s'approche d'un limnée à la peau duquel il se fixe à l'aide de sa ventouse ventrale, tout en travaillant à la percer au moyen de son armure céphalique. Au milieu des mouvements qu'il fait pour pénétrer dans son nouveau logis, il perd son appendice caudal. Arrivé dans les tissus du mollusque, il sécrète autour de lui une matière muqueuse, qui s'endurcit en lui formant une espèce d'enveloppe; en un mot, il s'enkyste et reste ainsi plusieurs mois sans mouvement. Au bout de ce temps, les cercaires quittent leurs kystes; mais, au lieu d'être restés semblables à ce qu'ils étaient avant leur enkystement, ils ont pris la forme de distomes, qui vont se loger dans le foie du limnée. La *Cercaria echinata*, l'espèce la plus fréquente chez les limnées, s'est transformée ainsi en *Distomum pacificum*. D'après les observations de de Siebold et de Steenstrup, les distomes emploient deux années complètes à parcourir ce cycle de générations et de transformations.

Telle est l'histoire remarquable du développement des helminthes trématodes, dont la complexité n'est peut-être rien à côté de celle des découvertes que l'avenir peut nous réserver encore. De Siebold a déjà eu l'occasion d'étudier d'autres cercaires qui paraissent avoir besoin de passer par un plus grand nombre de migrations encore avant de trouver les conditions favorables à leur développement. C'est le cas pour la *Cercaria armata*, qui se rencontre de même chez les limnées, les planorbes,

les paludines, etc. Son nom lui vient de ce qu'elle est armée d'une pointe cornée, qui lui sert à se frayer une route, pour parvenir dans l'intérieur des êtres où elle veut poursuivre son développement. D'après de Siebold, le jeune cercaire sorti du corps de sa nourrice choisit, dans ce but, non point un mollusque, mais une larve d'éphémère. Elle se perce une ouverture, soit entre deux anneaux de l'insecte, soit auprès d'un stigmate, et pénètre par là dans son nouveau séjour, après avoir préalablement perdu son filet caudal. Puis elle s'enkyste d'ordinaire auprès d'une trachée. Dans cet état le cercaire perd la pointe aiguë qui lui a servi à percer les téguments de la larve d'éphémère, un canal intestinal se développe à son intérieur, en un mot elle se transforme en distome; mais cependant ce distome ne sort pas de son kyste. Il ne paraît pas qu'une larve d'insecte soit constituée de manière à offrir des conditions favorables à l'existence libre de cet helminthe. Il reste dans son état d'enkystement jusqu'à ce qu'un animal à sang chaud, un oiseau, avale l'insecte. C'est dans l'appareil digestif de cet animal que le distome devient libre et qu'il peut atteindre un état de maturité qui lui permette de produire des œufs. La suite des générations et transformations des distomes est donc la suivante :

Distome — *par génération sexuelle* — Grand'nourrices.
Grand'nourrice — *par génération asexuelle* — Nourrices.
Nourrice — *par génération asexuelle* — Cercaires.
Cercaire — *par métamorphose* — Distome [1].

[1] Voyez pour la reproduction des distances les travaux de *de Siebold*, dans Wiegmann's Archiv; l'ouvrage de *Steenstrup*, über den Generationswechsel, et celui de *Vogt*, intitulé : Bilder aus dem Thierleben.

Du reste, cette reproduction par l'intermédiaire des nourrices offre une grande variété dans les détails. Mais nous ne pouvons nous y arrêter trop longtemps; aussi nous contenterons-nous de citer encore le développement du *Leucochloridium paradoxum* de Carus. Ce curieux parasite, dont presque toutes les *succinea putris* sont affectées dans certaines localités a été observé et étudié dans son développement par Carus, Vogt, Piper de Bernburg et de Siebold.

Cet organisme singulier est caché d'ordinaire entre le foie, l'intestin et l'appareil générateur des succinées; il se compose d'un sac cylindrique porté sur un pédicelle fixé dans le foie. Ces espèces de sacs se trouvent ordinairement juxtaposés en grand nombre. Dans l'intérieur de ce *Leucochloridium paradoxum*, qui paraît jouer le rôle d'une nourrice, se montrent une foule de jeunes embryons. Ceux-ci ne semblent point destinés à sortir de leur enveloppe commune sous la forme de cercaires, comme cela a lieu chez les distomes dont nous avons déjà parlé, mais ils s'enferment dans un kyste dans l'intérieur même de la cavité de la nourrice. D'après Vogt[1], les jeunes du Leucochloridium passeraient par la phase de cercaire dans la cavité de la nourrice même; dans cette phase ils posséderaient une queue vésiculeuse et vide, dans laquelle leur corps entier pourrait se retirer comme dans une capsule. Mais de Siebold refuse de se joindre à cette manière de voir[2]. Suivant lui, Vogt se serait mis à l'œuvre avec l'idée préconçue que tous les Trématodes doivent passer par la phase de cercaire, ce qui n'est point une nécessité immé-

[1] Vogt. Loc. cit., page 191.
[2] Ueber den Leucochloridium paradoxum, dans : Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie de v. Siebold et Kölliker.

diate. D'après son opuscule, les jeunes Leucochloridium passeraient immédiatement à l'état de distomes sans subir la phase de cercaire. Les cercaires de Vogt, retirés dans leur queue vésiculeuse, seraient alors pour de Siebold de véritables distomes enkystés. Les Leucochloridium sont doués d'un mouvement vermiculaire, quoiqu'ils restent fixés par leur pédicule, et aucun des savants anatomistes qui les ont observés n'a vu les jeunes distomes en sortir, soit avant, soit après la mort des succinées. Quoique la suite de l'histoire de cet helminthe remarquable soit encore inconnue, de Siebold a de fortes raisons pour croire que le distome enkysté du *Leucochloridium paradoxum* est identique avec le *Distomum holostomum* qui vit dans le rectum et le cloaque de certains rallides, en particulier du *Rallus aquaticus*. Il est donc probable que lorsque les succinées viennent à être avalées par un ralle, les Leucochloridium sont dissous par le suc gastrique, ainsi que les kystes qu'ils renferment, et que les distomes ainsi mis à nu s'établissent dans les viscères de l'oiseau. L'analogie de ce développement avec celui des autres distomes n'est pas à méconnaître, même en admettant la suppression de la phase cercarienne chez le *Leucochloridium paradoxum*.

Auprès de ce singulier mode de reproduction par nourrice des helminthes, mode qui réalise dans de certaines limites la théorie de l'emboîtement des germes, viennent se ranger les curieux phénomènes présentés par les Grégarines [1]. Ces organismes singuliers et encore peu connus, qu'on trouve en abondance dans le tube intestinal de certains insectes, offrent une combinaison de génération par nourrices et de génération par conjugaison ou fusion

[1] Voyez *Stein*, dans Müller's Archiv, 1848, p. 212, et dans : Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, p. 484.

(*Verschmelzungsprozess* des Allemands). C'est encore aux infatigables recherches de Stein que nous devons la connaissance de ce qui tient à cette partie de leur histoire. Voici ce que nous apprend le professeur de Tharand: Deux grégarines à l'état de maturité s'appliquent l'une contre l'autre par des parties homologues; elles se collent ensemble, et leur corps se raccourcit, si bien qu'au bout de quelque temps, les deux grégarines offrent l'aspect de deux hémisphères appliqués l'un contre l'autre et séparés par une simple cloison. Dans chaque hémisphère on reconnaît encore le nucléus de l'une des grégarines. Ces deux organismes déjà à demi fondus en un seul, sécrètent alors une capsule enveloppante diaphane et résistante. Les deux grégarines ainsi enkystées se confondent complétement l'une avec l'autre; la cloison qui les séparait disparaît, et les nucléus subissent le même sort, de telle sorte qu'il ne reste que la capsule renfermant une masse granuleuse. Cette matière s'organise suivant certains centres, et forme dans le kyste, soit capsule, de gros grains arrondis. Chacun de ces grains diminue alors de volume en se multipliant par division, et au bout d'un certain temps le kyste se trouve plein de petits germes dont la forme est tout à fait semblable à celle des Navicules. A ce moment il éclate, et tous les germes se trouvent libres et dispersés soit dans l'intestin, soit dans les matières fécales récemment déposées. Leur forme est tellement semblable à celle des navicules, qu'avant qu'on sût leur relation avec les grégarines, ils avaient été nommés en Allemagne[1] *réservoirs à navicules* (*Navicellenbehälter*). Le développement de ces

[1] *Frantzius*. Observationes quædam de gregarinis, 1846, et aussi *Kölliker*, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, 1845.

germes n'a pas été observé; mais il est probable qu'ils reproduisent plus ou moins directement des grégarines, en traversant encore une ou plusieurs phases. Voilà donc un cas probable de génération alternante dans lequel la phase sexuelle est représentée par une fusion deux à deux. Cette rapide esquisse de l'histoire des grégarines n'aura rien de trop anormal pour ceux qui savent que ce phénomène de conjugaison, soit fusion (Verschmelzungsprozess) n'est point un fait isolé, qu'il a été observé par Stein chez les Acineta, et démontré par Nordmann, Vogt, de Siebold, chez le *Diplozoon paradoxum*, ce parasite singulier, qui vit sur les branchies de la brême et de divers autres poissons, et qui se compose de deux vers (*Diporpa* de Dujardin) soudés par le milieu du corps.

Remontant plus haut dans la série des êtres, nous trouvons maintenant un mode de génération alternante des plus intéressants chez les salpes. Observé d'abord par Chamisso, il a été longtemps révoqué en doute; mais la publication de nombreuses découvertes analogues, les travaux de Krohn sur les salpes et les intéressantes observations faites il n'y a pas longtemps à Nice par Carl Vogt sur ces mêmes animaux, ont mis ce fait au rang des plus certains dans la science. On trouve dans la mer des salpes libres, isolées, et d'autres qui forment des colonies, étant unies en une chaîne commune par un processus ventral. Toutes les espèces de salpes paraissent présenter ces deux états. Les individus libres sont dépourvus du processus qui unit les individus-chaîne les uns aux autres; en revanche leur côté ventral présente un organe singulier: c'est une espèce de cordon qui prend naissance dans le voisinage du cœur, va s'élargissant, perce le manteau pour venir pendre au dehors, et porte à son extrémité

une chaîne de jeunes salpes, qui répond tout à fait pour sa structure aux colonies qu'on rencontre nageant librement et de concert dans les eaux. Et, en effet, la jeune chaîne se sépare bientôt de sa mère pour vivre indépendante. Si l'on observe un de ces individus-chaîne encore adhérent à cet organe sur lequel naissent les bourgeons, à ce *gemmiplacenta*, si l'on peut s'exprimer ainsi (Knospenkuchen de Vogt), on peut remarquer dans sa partie postérieure, non loin de l'anus, un corps analogue à un œuf. Telle est en effet sa nature, comme on peut facilement s'en convaincre par la présence de la vésicule germinative. Chez la salpe-chaîne, l'œuf est un des premiers organes qui se développe, tellement que (c'est une remarque de Vogt) on pourrait presque la considérer comme une capsule organisée, une enveloppe élevée à l'état de vie autour de l'œuf destiné à reproduire la salpe libre. L'œuf subit son développement dans l'intérieur même de la salpe-chaîne à laquelle il adhère ; l'embryon se trouve suspendu dans la cavité du corps de la mère, baigné dans l'eau qui la remplit. Au bout d'un certain temps, il commence à avaler régulièrement l'eau nécessaire pour satisfaire aux besoins de sa respiration, il se sépare de son *placenta fœtal* et s'en va nageant librement, parfaitement semblable pour la structure à ses aïeux (individus isolés). A son tour il produit par bourgeonnement un stolon de jeunes salpes-chaîne.

Ainsi c'est aux salpes-chaîne que la génération sexuelle tombe en partage. Chaque individu est à la fois mâle et femelle, malgré Steenstrup. La fécondation paraît s'opérer par le simple déversement des produits de l'organe mâle dans l'eau, et les zoospermes sont amenés au contact de l'œuf par le moyen du courant qui existe continuellement dans chaque salpe pour satisfaire aux besoins de la respi-

ration. Cependant les salpes ne réalisent point les conditions d'un hermaphrodisme parfait, attendu que les œufs et le sperme ne sont point mûrs à la même époque chez le même individu. La succession des générations chez les salpes est donc la suivante :
Salpe libre — *par génération asexuelle* — Salpes-chaîne.
Salpe-chaine — *par génération sexuelle* — Salpes libres.
C'est un des exemples les plus simples, mais aussi les plus clairs de génération alternante.

Les articulés, enfin, nous présentent aussi un ordre de phénomènes qui paraît devoir se rattacher à la génération alternante. C'est même chez eux qu'a été observé pour la première fois un cas de cette nature, quoiqu'il n'ait pas été interprété dans l'origine comme on le comprend aujourd'hui. Déjà vers le milieu du siècle dernier, notre compatriote Charles Bonnet faisait connaître ses observations remarquables sur la reproduction des pucerons, dont il vit se succéder plusieurs générations à la suite de la fécondation d'un seul couple. Steenstrup, dans son ouvrage *über den Generationswechsel*, a montré que ces phénomènes singuliers présentés par les Aphides se rattachent à la génération alternante des hydroméduses, découverte dans ces dernières années. Seulement, chez eux, la faculté de reproduction par asexualité est répartie sur un grand nombre de générations. Ce n'est qu'en automne qu'on trouve des individus sexués (terme analogue, par conséquent, à celui des méduses). De leurs germes fécondés naissent au printemps des individus asexués, auxquels succède pendant tout l'été une série de générations également asexuées (terme correspondant à celui des polypes hydraires, mais répété un grand nombre de fois). Les Trématodes nous ont déjà fourni l'exemple d'une répétition du type asexuel;

seulement, tandis que ce type n'est répété que deux fois chez les Distomes (grand'nourrice et nourrice), il l'est dix ou onze fois chez les Aphides. Ce n'est qu'une différence du plus au moins. Nous verrons plus loin que le nombre de ces répétitions est peu important, puisqu'il n'est pas identique dans tous les cas, même chez une seule espèce.

(La suite au prochain numéro.)

Note sur la production de l'ozone par la décomposition de l'eau a de basses températures, par M. L. Soret.

A l'occasion d'expériences où j'employais un voltamètre refroidi dans un mélange de glace et de sel marin, j'ai observé que le gaz qui s'en dégageait et qui devait traverser des tubes desséchants, attaquait et perçait rapidement les tubes en caoutchouc réunissant les différentes pièces de l'appareil. Lorsque le voltamètre n'était point refroidi le caoutchouc retenait parfaitement le gaz.

Cette action corrosive paraît devoir être attribuée à la présence d'une quantité plus considérable d'ozone lorsque l'on décompose l'eau par le courant voltaïque à une basse température. J'ai cherché à apprécier cette quantité de la manière suivante :

L'ozone jouit comme le chlore de la propriété de transformer l'acide arsénieux en acide arsénique. Si l'on a une dissolution titrée d'acide arsénieux telle qu'il faille 1 litre de chlore pour en transformer totalement 1 litre en acide arsénique, et que l'on en prenne 50 c.c. dans lesquels on fasse passer le gaz de la pile, l'ozone qui y est

contenu opérera l'oxydation d'une partie de l'acide arsénieux.

Pour déterminer la quantité qui a subi la transformation il suffira de comparer la quantité d'hypochlorite de chaux qui est nécessaire pour achever l'oxydation de l'acide arsénieux dans lequel on a fait passer le gaz, avec la quantité d'hypochlorite de chaux qu'il faut employer pour transformer en acide arsénique 50 c.c. de la liqueur normale.

Soit N le nombre de centimètres cubes d'une certaine dissolution d'hypochlorite de chaux qu'il a fallu verser dans 50 c.c. de la liqueur normale pour la transformer en acide arsénique, changement indiqué par la décoloration d'une goutte d'indigo.

Soit N′ le nombre de centimètres cubes de la même dissolution d'hypochlorite de chaux qui ont été nécessaires pour amener la décoloration d'une goutte d'indigo dans les 50 c.c. d'acide arsénieux partiellement oxydé par l'action de l'ozone.

Alors la quantité d'ozone qui a été absorbée aura produit le même effet que x centimètres cubes de chlore, x étant donné par la proportion :

$$N : N - N' :: 50 \text{ c.c.} : x$$

Et si l'on admet que 1 c.c. d'ozone est équivalent à 2 c.c. de chlore, $\frac{x}{2}$ exprimera le nombre de centimètres cubes d'ozone.

Il faut évidemment observer dans cette méthode toutes les précautions que l'on doit prendre pour les essais chlorométriques qui se font d'une manière toute semblable.

Mais pour connaître le rapport de la quantité d'ozone à la quantité d'oxygène dégagé, il faut mesurer le volume

de gaz détonant qui est produit. Dans ce but j'ai employé deux voltamètres traversés par le même courant électrique. L'un était muni d'un tube abducteur qui amenait le gaz dans un récipient jaugé placé sur la cuve à eau. Comme les deux voltamètres dégagent au moins à très-peu près la même quantité de gaz, on peut évaluer la proportion d'oxygène qui est produite par l'autre appareil. Le gaz qui sortait du second voltamètre était amené par un tube en verre au fond d'une éprouvette où l'on avait versé les 50 c.c. de liqueur chlorométrique; ce tube en verre était recourbé à son extrémité, et les bulles de gaz qui s'en échappaient arrivaient dans un entonnoir plongé lui-même dans la liqueur. La partie effilée de cet entonnoir était recourbée de manière à forcer le gaz à venir se laver une seconde fois dans l'acide arsénieux. Malgré cet artifice pour obtenir une meilleure absorption, le gaz qui avait traversé possédait encore l'odeur de l'ozone, et il y a lieu de croire qu'une assez forte proportion échappait à l'action de l'acide arsénieux. Les résultats que je donnerai ne sont donc que des déterminations minima. Le liquide placé dans les voltamètres était de l'acide sulfurique pur étendu de 5 à 6 fois son volume d'eau, sauf dans deux expériences où l'on a employé de l'acide chromique. Dans les premiers essais le voltamètre se composait d'un flacon d'une dimension assez petite, en sorte qu'il s'échauffait rapidement par le passage du courant, et qu'il était difficile de maintenir la température basse. On l'a remplacé ensuite par un flacon plus grand.

Une ou deux expériences ont été faites sans refroidir le voltamètre; dans les autres on l'entourait d'un mélange de glace et de sel marin ou de chlorure de calcium. Les résultats des expériences sont consignés dans le tableau suivant :

	Nos des expér.	Désignation du voltamètre.	Durée du dégagement.	N	N′	Volume d'oxygène dégagé.	Proportion d'ozone rapporté à l'oxygène dégagé.	Observations sur la température.
Acide sulfurique étendu d'eau.	1	Petit voltamètre.	1h 52′	127,5	127,0	666 environ c.c.	Insensible.	Sans refroidir le voltamètre.
	2	Idem.	2h 45′	128,5	128,8	1300 environ	Insensible.	Sans refroidir le voltamètre.
	3	Idem.	1h 00	128,0	126,1	731,64	0,00032	Très-peu refroidi.
	4	Idem.	3h 55′	128,1	121,2	1461,16	0,00092	Peu refroidi.
	5	Voltamètre un peu plus grand.		84	74	1263,16	0,00236	Refroidi avec de la glace et du sel marin.
	6	Idem.		84	72	1166,89	0,00351	Refroidi avec de la glace et du sel marin.
	7	Petit voltamètre.	2h 5′	102,1	84,3	1488,47	0,00293	La température était encore au-dessus de 0 à la fin de l'expérience.
	8	Grand voltamètre	50′	102,5	87,7	737,47	0,00489	La température était de —7° à la fin de l'expérience.
	9	Idem.	2h 15′	102,8	95,1	1445,5	0,00129	Sans refroidir, la température était +6° avant l'expérience.
	10	Idem.	2h 55′	202,25	157,3	1451,48	0,00383	A —13°,3 en commençant, à —6° en finissant.
Acide chromique étendu.	11	Petit voltamètre.	4h 15′	101,3	97	1462,37	0,000758	La température était au-dessus de 0 à la fin de l'expérience.
	12	Idem.	3h 35′	101,8	99	1444,43	0,000306	Sans refroidir le voltamètre.

N désigne le nombre de divisions de la burette qu'il a fallu employer pour transformer l'acide arsénieux *normal*.
N′ » » » » « » « celui qui avait subi l'action du gaz de la pile.

Ce procédé présente une grande sensibilité, mais peu de précision; comme je l'ai déjà remarqué, une partie de l'ozone échappe à l'analyse. J'ai cherché à obtenir des déterminations plus certaines par pesées, mais sans succès jusqu'ici.

Je dois ajouter qu'en cherchant à mesurer la quantité d'ozone en l'absorbant par l'iodure de potassium, je n'ai pu observer aucune diminution de volume du gaz, bien que le voltamètre eût été refroidi et que l'appareil que j'employais m'eût permis de reconnaître avec certitude une diminution de volume de $\frac{1}{1000}$. Il est possible que les poussières organiques en suspension dans l'eau de la cuve absorbent dans ce cas la plus grande partie de l'ozone.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES COURANTS INDUITS DANS LES LIQUIDES[1]. Lettre de M. FARADAY à M. le professeur de la Rive.

Mon cher ami, vous m'avez demandé, il y a quelque temps, si j'avais réussi à produire des courants d'induction dans d'autres liquides que le mercure et les métaux fondus, tels que les solutions acides et salines, par exemple. Ef-

[1] L'importance de la nouvelle découverte de M. Faraday n'échappera pas aux physiciens qui se sont occupés du mode de propagation de l'électricité dans les corps conducteurs. Ils remarqueront que la possibilité de produire des courants d'induction dans les liquides est plutôt favorable à l'opinion des savants qui, comme M. Foucault et M. Faraday lui-même, croient qu'une portion de l'électricité transmise à travers les liquides les traverse sans les décomposer de la même manière qu'elle traverse les conducteurs so-

fectivement, j'ai toujours cru à la possibilité de produire ces courants, mais sans en avoir, jusqu'à présent, constaté l'existence par l'expérience directe. Votre demande m'a conduit à faire de nouvelles recherches qui me paraissent trancher la question dans le sens affirmatif. Voici quelques détails sur la méthode que j'ai employée.

J'ai aimanté un puissant électro-aimant en fer à cheval, au moyen d'une pile de Grove de vingt éléments: les pôles de la pile étaient dirigés en haut, leurs extrémités étant des surfaces planes, placées dans le même plan horizontal. Ces surfaces étaient d'environ 3,5 pouces carrés, séparés par un intervalle d'environ six pouces. On s'est servi en guise d'armure ou de sous-aimant d'un barreau cylindrique de fer doux, long de 8 pouces et de 1,7 de pouce de diamètre. La forme cylindrique a été préférée, d'abord parce que cette forme permet de disposer plus facilement une hélice liquide autour du cylindre, et ensuite parce qu'il arrive que lorsque le cylindre est placé sur les pôles de l'aimant, et la communication avec la pile alternativement établie et interrompue, l'aimant, ainsi que son armure, acquièrent et perdent leur pouvoir dans des limites de variation bien plus grandes et bien plus rapidement que lorsqu'on emploie une armure carrée ou à faces planes. Cette

lides. Dans une précédente lettre, M. Faraday me faisait l'observation très juste, en me citant l'exemple de corps composés, tels que le nitre, le chlorure de sodium, qui peuvent, sans être décomposés, conduire l'électricité à la température ordinaire, qu'il ne voyait pas de raisons pour que si les électrolytes à l'état solide ont ce pouvoir, ils le perdraient par le seul fait qu'ils deviennent liquides. Il concluait en faveur de l'existence de cette propriété, à un faible degré il est vrai, mais enfin en faveur de son existence.

(A. D. L. R.)

dernière, pour peu que sa masse soit un peu considérable, possède, ainsi que vous le savez, le pouvoir de maintenir à un très-haut degré l'état magnétique de l'électro-aimant, lors même que la communication avec la pile est interrompue. Une hélice longue de 7 pieds et formée de douze circonvolutions, a été enroulée autour de l'armure. Le filet liquide n'avait qu'un quart de pouce de diamètre, mon objet ayant été d'obtenir un courant d'une certaine intensité, en déterminant l'induction sur toute la longueur de l'hélice, plutôt que d'augmenter sa quantité, en agrandissant le diamètre de l'hélice, c'est-à-dire en diminuant la longueur de la masse liquide.

L'hélice dont je viens de parler est composée d'un tube de caoutchouc vulcanisé de 8 pieds et demi de long; son diamètre intérieur est d'un quart de pouce, et son diamètre extérieur d'un demi-pouce. Construite de la sorte, elle se trouve avoir une ténacité suffisante pour ne pas se déformer lorsqu'elle enveloppe l'armure. L'ensemble des circonvolutions occupent un intervalle de six pouces, et deux longueurs de neuf pouces chacune en constituent les extrémités. Il était facile de remplir complétement l'hélice d'un liquide, en maintenant son axe perpendiculaire et en plongeant l'extrémité inférieure dans le liquide en question, au moment où l'on sentirait l'air à l'autre extrémité.

On introduisait alors dans chaque extrémité du tube un long fil de cuivre bien propre, d'un quart de pouce de diamètre, et l'on poussait en avant ces deux fils, jusqu'à ce qu'ils atteignissent les points où l'hélice commençait. Ces fils étaient assujettis convenablement, et jouaient le rôle de conducteurs entre l'hélice liquide et le galvanomètre. L'appareil tout entier était fixé à un cadre en bois pour prévenir toute pression sur l'hélice ou tout autre dérange-

ment pendant qu'on la faisait mouvoir. L'hélice renferme environ trois pouces cubes de liquide sur la longueur de sept pieds. Le fil de métal du galvanomètre, formant 310 circonvolutions, est du diamètre de 0,033 de pouce et de 164 pieds de longueur. Le galvanomètre lui-même est à dix-huit pieds de distance de l'aimant, et communique avec l'hélice au moyen de fils métalliques assez épais, plongeant dans de petites coupes contenant du mercure. Il se trouve dans le même plan horizontal que les pôles magnétiques, et est à peine affecté par l'action directe de ces derniers.

Après avoir introduit dans le tube en hélice une solution composée d'un volume d'acide sulfurique concentré et de trois volumes d'eau, l'armure de fer doux fut placée dans l'hélice, et le tout ajusté sur les pôles magnétiques, dans une position telle que les extrémités des fils de cuivre plongés dans le tube se trouvassent placées au-dessus de l'armure après avoir traversé son axe, en la dépassant suffisamment pour atteindre le plan perpendiculaire. Dans cette position, les lignes de force magnétique n'avaient aucune tendance à développer un courant d'induction à travers les portions métalliques servant à établir la communication. Les extrémités extérieures des fils de cuivre qui plongeaient dans le liquide ayant été mises en communication, l'appareil fut abandonné à lui-même pendant quelque temps, afin que toute action électrique due au contact de l'acide avec le métal pût être affaiblie ou équilibrée. On sépara ensuite les extrémités des fils de cuivre, et les communications avec le galvanomètre furent arrangées de manière à pouvoir être, à chaque instant déterminé, interrompues, rétablies ou croisées au moyen des petites coupes de mercure. Lorsque, ces communi-

cations étant interrompues, l'aimant se trouvait en même temps soumis à l'influence de la force tout entière de la pile, on pouvait alors observer l'effet magnétique direct sur le galvanomètre. L'hélice avait été disposée de manière qu'un courant quelconque induit dût nécessairement déterminer une déviation dans une direction opposée à celle que pouvait produire l'action directe de l'électro-aimant. Les deux effets se trouvaient ainsi bien distincts l'un de l'autre. Le courant de la pile fut alors interrompu, et après que l'action en sens inverse eut cessé, on compléta la communication du galvanomètre avec l'hélice. Il en résulta une déviation de 2° seulement, due à un courant provenant de l'action directe de l'acide contenu dans l'hélice, sur les extrémités du fil de cuivre. On pouvait conclure de là que les communications étaient partout bien établies; le courant produit ayant d'ailleurs une force constante, la déviation du galvanomètre restait fixe, et pouvait ainsi être facilement distingué du résultat final. Enfin la pile fut mise en communication avec l'électro-aimant, et aussitôt le galvanomètre fut dévié dans une direction déterminée; en interrompant ce contact, il fut dévié dans la direction opposée, de manière qu'à la suite de quelques alternatives, une oscillation considérable était communiquée aux aiguilles. Elles se mouvaient par secousse, ainsi que cela a lieu, comme on l'a souvent remarqué, dans les courants d'induction, et comme si elles étaient sollicitées par une impulsion particulière au moment où l'aimant augmente ou diminue de force. Le sens de la déviation était d'ailleurs inverse de celui de la déviation qui aurait été due à la seule action directe de l'aimant. Les effets étaient constants, ils avaient lieu également, mais dans un sens contraire, quand on faisait croiser les fils qui établissaient la communication

entre le galvanomètre et l'hélice. Une autre preuve que les courants observés étaient bien des courants d'induction produits dans l'hélice liquide, résulte du fait qu'en enroulant un fil de cuivre autour de l'armure de fer doux dans la même direction que cette hélice liquide, et en aimantant l'électro-aimant au moyen d'un seul couple, on obtenait un courant induit dans le fil de cuivre, plus fort, il est vrai, que celui qu'on avait avec le liquide, mais dirigé toujours dans le même sens.

Après ces expériences faites avec une solution très-conductrice, on enleva l'acide étendu de l'intérieur du tube en hélice, on y fit passer pendant quelques instants un courant d'eau, puis on y introduisit de l'eau distillée qu'on y laissa séjourner pendant un certain temps; on remplaça ensuite cette eau par de l'eau distillée fraîche, et on remit les choses dans le même état qu'auparavant, de sorte qu'il n'y avait rien de changé sinon que l'hélice soumise à l'expérience était d'eau pure au lieu d'être d'eau acidulée. La faible action exercée directement par l'électro-aimant sur le galvanomètre était la même qu'auparavant, mais il n'y avait pas apparence de courant électro-chimique quand les communications entre le galvanomètre et l'hélice étaient établies; il n'y avait pas non plus le moindre signe de courant induit, soit en aimantant, soit en désaimantant l'électro-aimant. L'eau pure est donc un trop mauvais conducteur pour donner des effets sensibles avec un galvanomètre et un électro-aimant tels que ceux dont on faisait usage.

Ayant mis de côté l'hélice, je disposai au-dessous de l'armure placée sur les pôles magnétiques une soucoupe remplie de la même solution acide dont j'avais fait usage dans les premières expériences faites avec l'hélice;

de cette façon la solution formait un disque horizontal de six pouces de diamètre environ, d'un pouce de profondeur et séparé de l'armure par un intervalle seulement d'un quart de pouce; deux longues lames de platine très-propres plongeaient dans l'acide de chaque côté de l'armure et parallèlement à elle; elles étaient placées dans le liquide à cinq pouces de distance au moins l'une de l'autre; on les unissait d'abord pendant quelques moments l'une à l'autre, afin de faire disparaître toute tendance qu'elles auraient eue à produire un courant voltaïque, et, enfin, on les faisait communiquer avec un galvanomètre disposé comme précédemment. On obtenait de cette manière des courants induits comme dans le premier mode d'expérimentation, mais non aussi intenses. La direction de ces courants, comparée avec celles de courants induits dans un simple fil de cuivre disposé entre l'armure et la surface du liquide était bien la même; dans ce dernier cas l'électro-aimant n'était aimanté que par le courant d'un seul couple. Cependant il ne serait pas impossible que le courant fût ici dû en partie à l'action inductrice exercée sur les portions des fils conducteurs unis aux lames de platine, vu que les extrémités de ces fils étaient dirigées derrière l'armure et par conséquent se trouvaient la sphère d'action du pouvoir magnétique, ce qui les plaçait dans la direction des lignes de force de manière que des courants induits pouvaient y être développés. Or ces courants peuvent avoir assez de puissance pour être transmis à travers des liquides, comme je l'ai montré en 1831. Mais comme les expériences faites avec l'hélice sont à l'abri de ce genre d'objection, il ne peut y avoir de doute qu'il y avait bien aussi de faibles courants induits dans le liquide placé dans la soucoupe.

Je considère donc le développement des courants d'induction dans les liquides non métalliques comme prouvé, et autant que j'en puis juger, leur énergie est proportionnelle au pouvoir conducteur du corps dans lequel ils sont produits. Dans l'acide sulfurique étendu ils étaient en fait plus forts que cela ne paraissait par la déviation de l'aiguille du galvanomètre à cause de la déviation contraire produite par l'action directe de l'aimant qu'ils étaient d'abord obligé de détruire, ce qui fait que la force du courant induit était réellement exprimée par la somme des deux déviations.

La conduction en vertu de laquelle le courant induit est produit a-t-elle le caractère de la conduction électrolytique ou celle de la conductibilité simple, c'est ce que je ne peux dire. Les phénomènes qui sont décrits dans cette note ne peuvent aider à la solution de cette question, parce que les courants induits peuvent se propager suivant l'un et l'autre mode. Je crois qu'il existe dans les liquides une conduction propre, et qu'elle peut propager un faible courant d'induction qui n'exerce pour un instant qu'une tendance à l'électrolyse ; tandis qu'un courant induit plus fort peut être transmis en partie de la même manière, en partie par une action électrolytique complète.

Londres, *Royal Institution*, le 7 mars 1854.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

30. — OBSERVATIONS A L'OCCASION D'UNE NOTE DE M. JAMIN SUR LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LA PILE, par M. le prof. A. DE LA RIVE.

Le sujet sur lequel M. Jamin vient de présenter quelques recherches à l'Académie des Sciences [1] a déjà occupé un grand nombre de physiciens, témoins les articles nombreux qui lui sont consacrés dans notre dernier numéro des *Archives* [2].

Le point sur lequel insiste le physicien français est les inégalités que présentent, dans les mêmes circonstances, les quantités de gaz dégagées sur les électrodes suivant que leur surface est plus ou moins grande. En se servant pour électrodes d'une part, d'un fil à la Wollaston, c'est-à-dire d'un fil fin de platine inséré dans un tube de verre de manière que la pointe seule paraisse, et d'autre part, d'une lame très-large du même métal, il obtient une quantité de gaz proportionnellement beaucoup plus grande au fil qu'à la lame, et cela aussi bien quand c'est l'oxygène que lorsque c'est l'hydrogène qui se dégage sur le fil. L'auteur attribue ces différences, ainsi que la coloration qu'éprouvent les électrodes quand l'opération est longtemps prolongée, à la fois à la formation de l'eau oxygénée et à celle d'une combinaison d'eau et d'hydrogène, et à la fois à une condensation des gaz qui se déposent sur la surface des électrodes sous l'influence de l'électricité.

Qu'il me soit permis de rappeler à l'occasion soit du travail de M. Jamin, soit des recherches des autres physiciens sur le même sujet, que j'ai observé exactement les mêmes phénomènes déjà en

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 27 février 1854.

[2] *Archives des Sc. phys. et natur.*, tome XXV, p. 170, 175 et 180.

1838[1], et que je les ai étudiés en détail à différentes époques, et en particulier à l'occasion de la pile à gaz.

J'avais été amené par cette étude à reconnaître que, tout en admettant qu'on pouvait attribuer les effets dont il s'agit en partie à la dissolution des deux gaz dans le liquide électrolytique, ils provenaient cependant essentiellement de l'action respective de ces gaz sur les électrodes de platine.

---

31. — De l'électricité développée dans la flamme du chalumeau, par W. R. Grove. (*Philos. Magaz.*, janvier 1854.)

On s'est beaucoup occupé de l'électricité produite par la flamme; M. Gaugain lui a même attribué les courants thermo-électriques observés par M. Becquerel. Nous avons aussi inséré dans les *Archives* les recherches de MM. Hankel et Buff sur l'électricité dégagée par la combustion. Aujourd'hui nous venons rendre compte de quelques expériences intéressantes de M. Grove relatives à la production qu'il a obtenue d'un véritable courant voltaïque, au moyen de la flamme d'un chalumeau.

Ce physicien se sert de deux fils de platine de six pouces de longueur sur $^{1}/_{70}$ de pouce de diamètre; ils sont l'un et l'autre roulés en hélice à l'une de leurs extrémités, tandis qu'ils communiquent par leur autre extrémité, au moyen d'un fil de cuivre isolé, au fil d'un galvanomètre de Rumkorff. L'une des petites hélices est placée entièrement dans la partie jaune de la flamme d'une lampe à alcool soumise à l'action du chalumeau, tout près du courant du cône bleu, et l'autre hélice est disposée près de l'orifice du courant d'air à la base du cône bleu, soit à la racine de la flamme; les deux hélices sont à une distance l'une de l'autre de deux pouces et demi. L'hélice qui est dans la flamme pleine arrive à l'état incandescent rouge-blanc; l'autre qui est à l'origine de la flamme est seulement rouge cerise. Le galvanomètre indique une déviation de 6°, l'hélice

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 17 décembre 1838, tome VII, p. 1061, et *Archives de l'Électricité*, tome I, p. 199 et suivantes.

qui est près de l'orifice jouant le rôle du zinc ou de métal positif, dans cette espèce de couple, par rapport à l'autre, qui joue le rôle de métal négatif.

Il est facile de s'assurer que l'effet observé n'est point dû à un courant thermo-électrique développé aux points de jonction des fils de platine et de cuivre, car il n'est point altéré quand on chauffe seulement l'un de ces points de jonction par une lampe à alcool. D'ailleurs, le léger courant thermo-électrique qu'on peut obtenir ainsi, chemine en sens contraire du courant dont il s'agit, ce qu'on peut constater aisément; et de plus, le courant thermo-électrique exige, pour être perçu, un galvanomètre à fil court, tandis qu'il faut pour l'autre un galvanomètre à fil long. Ce n'est pas non plus un courant thermo-électrique dû au réchauffement inégal des deux hélices de platine, car on peut éloigner l'hélice qui est dans la flamme jaune, de manière qu'elle soit moins chauffée que celle qui est à la base de la flamme, sans changer pour cela le sens du courant. Si l'on approche l'hélice qui est à la base de la flamme du côté de celle qui est vers le sommet, la déviation du galvanomètre diminue, mais elle conserve sa direction jusqu'à ce que les fils soient devenus très-voisins, cas dans lequel le courant de la flamme cède le pas au courant thermo-électrique, dont le sens dépend de celle des deux hélices qui est la plus chauffée.

Des fils de zinc, de fer et de cuivre ont été substitués à l'un des fils de platine ; le courant a eu lieu également, mais plus fortement quand les fils oxydables étaient dans la flamme pleine et les fils de platine à la base de la flamme, que dans le cas inverse. Cette différence tient probablement à ce que les fils oxydables étant plus épais, ils produisaient, quand ils étaient dans la flamme pleine, un effet de refroidissement qui facilitait le développement d'un courant thermo-électrique dirigé dans le même sens que le courant propre de la flamme.

On peut obtenir un effet bien plus prononcé en unissant l'action simultanée de ces deux courants. C'est ce que M. Grove a obtenu en formant avec une lame de platine un petit cône de $^6/_{10}$ de pouce de profondeur et d'autant de largeur, et en remplaçant par ce petit

cône suspendu dans un anneau de platine, l'hélice placée dans la flamme pleine; l'autre hélice était toujours à la base de la flamme. Le petit cône devait être rempli d'eau, et l'on y renouvelait cette eau en la versant goutte à goutte au moyen d'une pipette. M. Grove a réussi à obtenir ainsi une déviation du galvanomètre de 20° et même de 30°, et dont le sens était le même que celui de la déviation qui avait eu lieu dans ses premières expériences. Quand le cône rempli d'eau était placé à la base de la flamme et l'hélice au haut, la déviation n'était plus que de 5°.

M. Grove conclut de ses recherches qu'il existe dans la flamme un vrai courant voltaïque qui est complétement indépendant de la thermo-électricité, ce qui le conduit à regarder ce courant comme résultant de la production de l'électricité qui a lieu dans le phénomène de la combustion, ainsi que le prouve l'expérience par laquelle M. Pouillet charge un condensateur d'électricité négative en faisant brûler un morceau de charbon sur sa surface. Dans les expériences avec la flamme, le platine qui est à la base de la flamme, là où l'action chimique commence, joue le rôle du zinc du couple, et le platine qui est au haut, là où la combustion et par conséquent l'action chimique est terminée, le rôle du métal négatif ou conducteur.

Ce qui fait que ce courant propre dû à la combustion a pu être observé d'une manière bien distincte du courant thermo-électrique, c'est que l'emploi du chalumeau, en donnant à la flamme une direction bien déterminée, y sépare nettement les portions où la combustion s'opère de celles où elle est opérée, tandis que dans les flammes ordinaires ces portions sont mêlées, et circulent d'une manière confuse les unes parmi les autres.

---

32. — MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DES FORCES ÉLECTROMOTRICES, par M. Jules REGNAULD. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 9 janvier 1854.)

Je me propose de faire connaître dans cette note une méthode propre à la détermination des forces électromotrices. C'est un procédé applicable non-seulement aux appareils usités, mais encore

aux diverses combinaisons voltaïques susceptibles de mener à quelques connaissances nouvelles sur les affinités chimiques.

Voici succinctement les principes sur lesquels je me fonde pour comparer entre elles les forces électromotrices.

Que l'on prenne un couple dont l'intensité, d'après la notation ordinaire, est $\frac{e}{r}$, et un deuxième dont l'intensité est $\frac{e'}{r'}$, e, e' étant les forces électromotrices, r et r' les résistances. Si l'on vient à opposer ces couples pôle à pôle, on doit admettre que, dans cette disposition, les forces électromotrices luttant, en quelque sorte, l'une contre l'autre, le courant n'est plus engendré que par la différence de ces forces antagonistes. Mais, comme on sait, d'ailleurs, que toutes les résistances d'un tel système s'ajoutent, il en résulte que le courant qui circule après l'opposition doit vaincre la somme des résistances propres à chacun des couples réunis.

Il suit de là qu'en nommant i l'intensité du courant, on peut poser

$$i = \frac{e - e'}{r + r'}.$$

On voit immédiatement, en considérant cette valeur de i, qu'elle s'annule quand e devient égal à e', quelle que soit la somme $r + r'$; donc, si deux couples sont opposés l'un à l'autre, il faut et il suffit, pour que l'intensité du courant soit nulle, que les forces électromotrices soient égales ; et réciproquement, lorsque l'intensité du courant résultant est nulle après l'opposition, on doit conclure à l'égalité des forces électromotrices sans avoir à tenir compte de la nature des résistances.

Ce raisonnement appliqué au cas de deux séries électrodynamiques ou piles mises en opposition, conserve toute sa valeur, mais il faut alors considérer $i = \frac{\Sigma e - \Sigma e'}{\Sigma r + \Sigma r'}$, Σe, Σr indiquant les sommes des forces électromotrices et des résistances de l'une des séries, $\Sigma e'$, $\Sigma r'$ les valeurs correspondantes de la seconde.

D'après cela, sur le trajet d'un circuit comprenant deux appareils voltaïques en opposition, que l'on place un galvanomètre sen-

sible : quand l'aiguille reste au zéro, on doit en conclure que les forces électromotrices se font équilibre, qu'elles sont égales.

Si un couple voltaïque opposé à une série exige deux, trois, quatre, etc., couples de cette série pour que l'aiguille demeure sans déviation, la force électromotrice du premier système rhéomoteur équivaut à deux, trois ou quatre fois celle du deuxième.

Ces considérations basées sur des principes incontestables étant adoptées, il importe, pour en déduire une méthode expérimentale, de faire choix d'une unité à laquelle on comparera les systèmes capables de développer des courants. Cette unité devra être un couple parfaitement constant, et, ce qui n'est pas moins important, il faudra que la force électromotrice de ce couple soit une fraction très-petite de celle qu'on se propose d'étudier.

L'unité que j'ai choisie est le courant d'un couple thermo-électrique, bismuth et cuivre, pour une différence de 0 à + 100 degrés. J'ai donc fait usage d'une série thermo-électrique composée de 60 éléments : et toutes les précautions ont été prises pour que les soudures de rang pair et celles de rang impair demeurassent à des températures fixes pendant la durée d'une détermination.

J'ai dû me servir souvent aussi d'un couple hydro-électrique constant aussi faible qu'il m'a été possible de l'imaginer : il est construit d'après les mêmes idées que celui de Daniell ; mais on y remplace le cuivre et le sulfate de cuivre par le cadmium et le sulfate de cadmium. Cet intermédiaire est indispensable pour éviter un nombre énorme d'éléments thermo-électriques dans la mesure de la force électromotrice des appareils voltaïques puissants.

En employant un galvanomètre de 2400 tours comme indicateur, j'ai reconnu qu'un courant hydro-électrique, zinc et cadmium, est équilibré par le courant thermo-électrique de 55 éléments, bismuth et cuivre, dont les soudures présentent la différence de 0 à + 100 degrés au thermomètre centigrade.

Si donc, dans l'examen d'un couple voltaïque doué d'une grande intensité, on est obligé d'opposer deux ou un plus grand nombre d'éléments, cadmium et zinc, disposés en séries, il faut faire concourir leur action avec celle de la pile thermo-électrique maintenue à ses températures constantes.

Tout le système étant mis en opposition avec le couple à étudier, on ramène l'aiguille du galvanomètre au zéro, en interposant dans le circuit mixte un nombre toujours croissant d'éléments, bismuth et cuivre.

La valeur du couple rapportée à l'unité convenue, est égale à autant de fois 55 qu'il y a de couples, cadmium et zinc, mis en opposition, ce produit étant additionné avec les éléments bismuth et cuivre nécessaires pour obtenir l'équilibre.

Je donne quelques nombres que j'ai déterminés comme essai de la méthode que je viens de décrire ; parmi les combinaisons voltaïques auxquelles ils s'appliquent, plusieurs sont empruntées aux travaux de M. Wheatstone et de M. Joule, qui se sont occupés de cette étude.

		Éléments thermo-électriques : bismuth et cuivre de 0 à + 100 degrés.
1 *Couple.*		
Zinc........................ Sulfate de zinc..............	Cadmium ...... Sulfate de cadmium	= 55
1 *Couple* (Joule).		
Cuivre........................ Hydrate de potasse...........	Cuivre.......... Sulfate de cuivre.	= 90
1 *Couple* (Wheatstone).		
Amalgame liquide $\frac{1 \text{ zinc}}{15 \text{ mercure}}$..	Cuivre.......... Sulfate de cuivre.	= 153
1 *Couple* (Daniell).		
Zinc........................ Sulfate de zinc..............	Cuivre.......... Sulfate de cuivre..	= 165
1 *Couple* (Joule).		
Zinc amalgamé .... Acide sulfurique $\frac{SO^4H}{10Aq.}$.......	Cuivre.......... Sulfate de cuivre.	= 173
1 *Couple* (Grove).		
Zinc amalgamé .... Acide sulfurique $\frac{SO^4H}{10Aq.}$.......	Platine.......... Acide nitrique ...	= 310

		Éléments thermo-électriques : bismuth et cuivre de 0 à + 100 degrés.
1 *Couple* (Joule).		
Zinc amalgamé	Platine.........	=311
Sulfate de soude	Acide nitrique ...	
1 *Couple*.		
Zinc amalgamé	Platine.........	=324
Chlorure de sodium..........	Acide nitrique ...	
1 *Couple* (Wheatstone) *modifié*.		
Amalgame liquide $\frac{1 \text{ potassium}}{150 \text{ mercure}}$	Platine.........	=417
Chlorure de sodium	Chlorure de platine	
1 *Couple* (Joule).		
Zinc amalgamé	Peroxyde de plomb en lame galvano-plastique	=466
Hydrate de potasse...........	Ac. sulfuriq. $\frac{SO^4 H}{10 Aq.}$	

On sait que des divergences considérables existent entre les résultats numériques des physiciens qui ont traité la question des forces électromotrices ; les nombres que je donne ici ont donc été comparés à ceux qui se trouvent dans leurs mémoires; j'ai constaté ainsi des différences notables.

Dans son remarquable travail sur les courants, M. Wheatstone, cherchant le rapport du couple amalgame de zinc liquide, cuivre et sulfate de cuivre, à un élément bismuth et cuivre, les soudures étant maintenues à 0 et +100 degrés, donne pour leurs forces électromotrices relatives le quotient $\frac{1}{94,6}$, tandis que je trouve $\frac{1}{153}$. Les nombres de M. Joule, autant qu'il m'a été possible de les comparer aux miens, diffèrent encore de ceux que j'ai obtenus, mais les écarts sont moins grands que dans le cas que je viens de citer.

Comme le procédé de mesure que j'emploie est direct et très-simple, qu'il me semble à l'abri d'objections que l'on peut adresser aux moyens mis en usage antérieurement, je crois qu'il y a intérêt

à signaler ces différences et à fixer avec la plus grande précision des constantes si utiles à connaître pour la théorie des phénomènes électrochimiques.

---

33. — Des courants électriques instantanés, par M. le prof. W. Thomson. (*Proceedings of the glascow Philos. Society*, 1852—1853. Extrait communiqué par l'auteur.)

L'objet de cette communication est de déterminer le mouvement de l'électricité à un moment quelconque après qu'un conducteur électrisé, d'une capacité donnée, a été mis en communication avec la terre, au moyen d'un fil ou d'un autre conducteur rectiligne d'une forme et d'un pouvoir de résistance donnés. La solution est fondée sur l'*équation d'énergie* (correspondant précisément à l'équation de *la force vive* dans la dynamique ordinaire), qui suffit à la solution de tout problème mécanique, et ne renferme qu'un élément variable que doivent déterminer les limites de temps entre lesquelles le phénomène a lieu. Le fait d'un seul élément variable dans le cas présent ressort de deux suppositions faites relativement aux données, savoir :

1° Que la capacité électrique du premier conducteur mentionné, ou conducteur principal, est si grande en comparaison de celle du second, soit du conducteur de décharge, qu'elle ne laisse subsister dans ce dernier, à quelque moment que ce soit de la décharge, aucune proportion appréciable de sa charge originelle, d'où il résulte que la force du courant doit à chaque instant être uniforme d'une manière sensible dans toute la longueur du conducteur de décharge.

2° Qu'il n'y a point de résistance sensible à la conduction sur le principal conducteur, de sorte que le total de la charge qui y a été laissée doit être, à tout instant de la décharge, distribué d'une manière sensible, de la même manière que s'il y avait un complet équilibre électrique.

Les théorèmes démontrés dans la première et la troisième partie de la communication précédente, expriment la valeur mécanique

de la charge laissée dans le principal conducteur, celle du mouvement électrique du conducteur de décharge, à tout instant, dans ses rapports avec la totalité de cette charge, et celle du plus ou moins de vitesse avec laquelle elle diminue. La somme de ces deux quantités constitue toute l'énergie électrostatique et électro-dynamique de l'appareil, et la diminution qu'elle éprouve en tout temps, doit être mécaniquement compensée par de la chaleur produite dans le même temps. Nous avons ainsi une équation entre la diminution de l'énergie électrique dans un temps infiniment court, et l'expression, selon la loi de Joule, pour la chaleur produite en même temps dans le conducteur de décharge, multipliée par l'équivalent mécanique de l'unité thermale. L'équation ainsi obtenue est sous la forme d'une équation différentielle bien connue, dont l'intégrale donne la quantité d'électricité laissée à quelque instant que ce soit dans le principal conducteur, et fournit par conséquent la solution complète du problème. La même équation et la même solution sont applicables aux conditions dans lesquelles se trouve un pendule qu'on éloigne de la verticale par un petit angle, et qu'on laisse cheminer dans un fluide visqueux qui exerce une résistance simplement proportionnelle à la rapidité du corps qui s'y meut.

L'explication de la solution indique deux espèces de décharge, qui présentent des traits caractéristiques très-remarquables; une décharge continue, et une décharge par oscillations, dont l'une ou l'autre auront lieu dans divers cas particuliers. Dans la décharge continue, la quantité d'électricité sur le principal conducteur diminue constamment, et le courant de décharge après être monté au maximum, diminue d'une manière continue jusqu'à ce qu'après un temps indéfini l'équilibre soit établi. Dans la décharge oscillatoire, le principal conducteur perd d'abord sa charge, se charge d'une moins grande quantité d'électricité de l'espèce contraire, se décharge de nouveau, et se recharge encore d'une quantité toujours plus petite d'électricité, mais de la même espèce que celle de la première charge, et ainsi de suite un nombre infini de fois, jusqu'à ce que l'équilibre soit établi; la force du courant et sa direction dans le conducteur de décharge éprouvent des variations corres-

pondantes ; et les moments où la charge de l'une quelconque des électricités sur le principal conducteur est au plus haut degré, étant aussi ceux où le courant du conducteur de décharge rétrograde, ils se suivent à intervalles de temps égaux. La décharge continue ou la décharge oscillatoire a lieu dans quel cas particulier que ce soit, suivant la capacité électrique du principal conducteur, la capacité électro-dynamique du conducteur de décharge, et la résistance de ce dernier à la conduction de l'électricité. Ainsi un conducteur de décharge donné effectuera une décharge continue ou oscillatoire, selon que la capacité du principal conducteur excède une certaine limite ou reste en dessous. Etant donnés le principal conducteur ainsi que la longueur et la nature du conducteur de décharge, la décharge sera continue ou oscillatoire, selon que la capacité électro-dynamique du dernier conducteur qui dépend elle-même de la forme sous laquelle la décharge est déterminée, n'atteint pas une certaine limite, ou la dépasse. Enfin, étant donnés le principal conducteur, la longueur et la forme du conducteur de décharge, la décharge sera continue ou oscillatoire, selon que la résistance du dernier à la conduction excédera une certaine limite, ou ne l'atteindra pas.

Il faut remarquer que, quoique l'équilibre électrique ne soit pas rigoureusement établi, quelle que soit la nature de la décharge dans un temps déterminé, cependant, dans la pratique, pour tous les cas d'expériences ordinaires, la décharge est terminée presque instantanément, en ce qui concerne du moins les effets appréciables ; et le grand obstacle qui s'oppose aux expériences sur ce sujet vient de la difficulté de combiner les circonstances, de manière que les périodes de temps indiquées par la théorie pour la succession des divers phénomènes (comme, par exemple, les alternatives des charges d'électricités contraires sur le principal conducteur), ne soient pas trop petites pour être appréciées.

Il n'est pas improbable cependant que les éclairs doubles, triples et quadruples, que l'on voit fréquemment sur le continent européen, et quelquefois, quoique moins fréquemment, en Angleterre, et qui durent ordinairement assez longtemps pour qu'un

observateur, dont l'attention a été altérée par la première lueur de l'éclair, ait le temps de tourner la tête et de voir distinctement la trace de l'éclair dans le firmament, ne résultent d'une décharge possédant le caractère oscillatoire. Un phénomène correspondant pourrait probablement être produit artificiellement sur une petite échelle, en déchargeant une bouteille de Leyde ou un autre conducteur dans un très-petit espace d'air, et au moyen d'un conducteur linéaire d'une grande capacité électro-dynamique, et d'une petite résistance. Si la trop grande rapidité des éclairs successifs ne permettait pas à l'œil nu de les observer, on pourrait faire usage du miroir tournant de Wheatstone, et l'on y verrait l'éclair divisé en plusieurs courtes lignes ou points séparés par des intervalles obscurs au lieu de n'apercevoir qu'un seul point lumineux, ou une ligne lumineuse non interrompue, comme cela serait le cas si la décharge était instantanée ou continue, et d'une durée que l'on pût apprécier.

Les expériences de Riess et d'autres sur l'aimantation des aiguilles d'acier pur, opérées par la décharge de conducteurs électrisés démontrent d'une manière remarquable le caractère oscillatoire de la décharge dans certaines circonstances ; non-seulement quand, comme dans le cas qui nous occupe, tout l'effet mécanique de la décharge est produit dans un seul conducteur linéaire, mais aussi quand une portion de l'équivalent thermique total est transformée en courants d'induction développés dans des conducteurs secondaires.

La décomposition de l'eau opérée par l'électricité d'une machine électrique ordinaire, dans laquelle, comme l'a prouvé Faraday, il y a plus que l'équivalent électro chimique de toute l'électricité transmise, qui se manifeste sous forme de l'oxygène et de l'hydrogène dégagés à l'état de mélange à chaque pôle, est probablement due aux oscillations électriques du conducteur de décharge qui suivent l'apparition des étincelles successives[1]. Si donc la loi générale de

[1] Cette conjecture fut, si je suis bien informé, mise en avant par Helmholz, qui avait indiqué l'existence des oscillations électriques dans plusieurs cas de décharge comme étant une conséquence probable des expériences de Riess auxquelles nous avons fait allusion.

la décomposition électro-chimique peut s'appliquer aux courants d'une durée aussi courte que celle de chaque alternative dans une décharge oscillatoire telle qu'il peut s'en trouver dans ces circonstances, la quantité de l'eau décomposée sera l'équivalent électro-chimique de la quantité d'électricité qui passe dans les courants successifs de directions opposées; tandis que, d'un autre côté, les quantités d'oxigène et d'hydrogène qui paraissent aux deux électrodes diffèrent entre elles à cause de la portion de ces deux gaz qui provient de la décomposition d'une quantité d'eau électro-chimiquement équivalente seulement à la quantité d'électricité contenue primitivement dans le principal conducteur. Les résultats mathématiques des considérations qui précèdent conduisent à une expression pour la quantité d'eau décomposée par une décharge oscillatoire dans tous les cas auxquels ces résultats sont applicables, et montrent que plus la capacité électro-dynamique du conducteur de décharge est grande, moins forte est la résistance, et que moins grande est la capacité électrostatique du principal conducteur, plus sera considérable la quantité d'eau décomposée. Dans la pratique, le meilleur arrangement serait celui dans lequel on substituerait simplement une petite boule au principal conducteur, en remplissant les conditions mentionnées ci-dessus; sans lesquelles conditions les détails du phénomène ne seraient pas exactement exprimées par la formule. La résistance serait beaucoup diminuée, et par conséquent la quantité d'eau décomposée plus considérable, si l'on substituait de grands électrodes de platine aux simples pointes de Wollaston; mais alors l'oxygène et l'hydrogène séparés durant le premier courant direct, adhéreraient aux plaques de platine et seraient en partie neutralisés par la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène apportés sur les mêmes plaques respectivement par les courants contraires successifs; et ainsi de suite durant toutes les alternatives de la décharge. Par le fait, si les électrodes sont trop grands, les quantités équivalentes des deux gaz apportés successivement au même électrode se combineront de nouveau, et à la fin de la décharge il n'y aura que de l'oxygène à l'un des électrodes et que de l'hydrogène à l'autre, en quantité

électro-chimiquement équivalentes à la charge initiale du principal conducteur. De là découle la nécessité de faire usage d'électrodes très-fins, et de faire passer dans chaque décharge une quantité considérable d'électricité, de manière à ce que chaque alternative successive du courant puisse effectivement dégager de l'électrode quelqu'un des gaz qu'elle tire de l'eau. L'arrangement le plus efficace serait probablement celui par lequel une bouteille de Leyde ou un autre corps d'une capacité considérable serait mis en communication avec la machine, et se déchargerait sous forme d'étincelles au moyen d'un puissant déchargeur, non-seulement d'une grande capacité électro-dynamique, et offrant aussi peu de résistance que possible, excepté dans les endroits où la communication métallique est rompue dans le liquide électrolytique, mais encore d'une capacité électrostatique considérable, de manière à ce que toute l'électricité oscillatoire, ou la plus grande portion possible y reste, et ne produise pas d'étincelles successives dans la couche d'air qui sépare le déchargeur de la source de l'électricité.

Le mémoire se termine par des applications des résultats obtenus à la détermination des lois suivant lesquelles un courant varie au commencement et à la fin de toute période durant laquelle une force électromotrice constante, telle que celle d'une batterie galvanique, agit dans un conducteur d'une résistance et d'une capacité électro-dynamique données, et pour montrer comment la relation entre les unités électrostatique et électro-dynamique d'une certaine quantité d'électricité et d'une force électromotrice données, peuvent être déterminées par l'expérience

---

CHIMIE.

34. — De l'aluminium et de ses combinaisons chimiques, par M. H. Sainte-Claire Deville. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 6 février 1854.)

On sait que M. Wöhler a obtenu l'aluminium pulvérulent en traitant le chlorure par le potassium. En modifiant convenablement le procédé de M. Wöhler, on peut régler la décomposition du

chlorure d'aluminium de manière à produire une incandescence suffisante pour voir les particules de ce métal s'agglomérer et se résoudre en globules. Si l'on prend la masse composée du métal et du chlorure de sodium (il vaut mieux employer le sodium), et si on la chauffe dans un creuset de porcelaine au rouge vif, l'excès du chlorure d'aluminium se dégage, et il reste une masse saline à réaction acide, au milieu de laquelle se trouvent des globules plus ou moins gros d'aluminium parfaitement pur.

Ce métal est aussi blanc que l'argent, malléable et ductile au plus haut point. Cependant, quand on le travaille, on sent qu'il résiste davantage, et l'on peut supposer que sa ténacité le rapprochera du fer. Il s'écrouit, et le recuit lui rend sa douceur. Son point de fusion est peu différent du point de fusion de l'argent. Sa densité est 2,56. On peut le fondre et le couler à l'air sans qu'il s'oxyde sensiblement. Il conduit très-bien la chaleur.

L'aluminium est complétement inaltérable à l'air sec ou humide; il ne se ternit pas, et reste brillant à côté du zinc et de l'étain fraîchement coupés qui perdent leur éclat. Il est insensible à l'action de l'hydrogène sulfuré. L'eau froide n'a aucune action sur lui; l'eau bouillante ne le ternit pas. L'acide nitrique faible ou concentré, l'acide sulfurique faible, employés à froid, n'agissent pas non plus sur lui. Son véritable dissolvant est l'acide chlorhydrique ; il en dégage de l'hydrogène, et il se forme du sesquichlorure d'aluminium. Chauffé jusqu'au rouge dans l'acide chlorhydrique gazeux, il produit du sesquichlorure d'aluminium sec et volatil.

On comprendra combien un métal blanc et inaltérable comme l'argent, qui ne noircit pas à l'air, qui est fusible, malléable, ductile et tenace, et qui présente la singulière propriété d'être plus léger que le verre, combien un pareil métal pourrait rendre de services s'il était possible de l'obtenir facilement. Si l'on considère, en outre, que ce métal existe en proportions considérables dans la nature, que son minerai est l'argile, on doit désirer qu'il devienne usuel. J'ai tout lieu d'espérer qu'il pourra en être ainsi, car le chlorure d'aluminium est décomposé avec une facilité remarquable à une température élevée par les métaux communs, et une réaction

de cette nature, que j'essaie en ce moment de réaliser sur une échelle plus grande qu'une simple expérience de laboratoire, résoudra la question au point de vue de la pratique.

M. Debray, jeune agrégé et habile chimiste, attaché au laboratoire de l'École normale, qui prépare depuis longtemps un travail complet sur la glucyne, recherche en ce moment les propriétés du glucyum.

M. de Senarmont ayant bien voulu se charger de me procurer en quantité suffisante, pour l'étude, des zircons d'Expailly, je serai moi-même en mesure de soumettre bientôt à l'Académie des résultats généraux sur les métaux des terres, et le rang de leurs combinaisons chimiques dans la série des matières métalliques.

---

35. — Recherches relatives a l'action du chlorure de cyanogène sur les bases ammoniacales par MM. A. Cahours et Cloez. (*Idem*, séance du 20 février 1854.)

Dans son beau travail sur l'aniline, M. Hofmann a démontré que, par l'action réciproque de cette base et du chlorure de cyanogène gazeux, il se formait un produit unique consistant en un chlorhydrate d'une base renfermant le double équivalent de l'aniline dans lequel une molécule d'hydrogène se trouvait remplacée par une molécule de cyanogène, base à laquelle il donna le nom de *mélaniline*.

Cette réaction s'explique facilement au moyen de l'équation suivante :

$$2\,(C^{12}\,H^{7}\,Az) + C^{2}\,Az,\,Cl = Cl\,H,\ \underbrace{C^{24}\,H^{13}\,(C^{2}\,Az)\,Az^{2}}_{\text{Mélaniline}}.$$

MM. Cloëz et Cannizzro firent voir de leur côté qu'en faisant arriver dans de l'éther parfaitement anhydre un mélange d'ammoniaque et de chlorure de cyanogène soigneusement desséchés, on obtient deux produits distincts, savoir : du sel ammoniac qui se dépose, et l'amide cyanique qui reste en dissolution dans l'éther, dont on peut le séparer par une distillation au bain-marie.

La formation de ces produits s'explique au moyen de l'équation

$$2\,Az\,H^{3} + C^{2}\,Az,\,Cl = Cl\,H,\ Az\,H^{3} + \underbrace{Az\,H^{2}\,(C^{2}\,Az)}_{\text{Amide cyanique}}.$$

En présence de ces faits, il devenait intéressant de rechercher si l'ammoniaque présentait une exception à l'égard des bases ammoniacales conjuguées, ou bien si l'aniline, au contraire, offrait une circonstance exceptionnelle à l'égard de ces curieux composés. C'est dans le but de résoudre cette question que nous avons entrepris les recherches suivantes, dont nous allons donner une analyse succincte.

Lorsqu'on fait arriver du chlorure de cyanogène gazeux pur et bien sec au milieu d'une dissolution d'aniline dans l'éther anhydre, qu'on a soin de refroidir en entourant de glace pilée le vase qui la contient, il se forme bientôt un dépôt cristallisé dont la proportion va en augmentant graduellement, et qui n'est autre que du chlorhydrate d'aniline très-pur. La dissolution éthérée, complétement débarrassée des cristaux par filtration, étant soumise à la distillation au bain-marie, l'éther se dégage entièrement, laissant une masse visqueuse qui se concrète par le refroidissement. Celle-ci, qui possède une couleur rougeâtre, présente l'apparence de la colophane, dont elle offre la friabilité, la cassure conchoïde et la translucidité. La chaleur la décompose entièrement en donnant des produits variés. Insoluble dans l'eau, cette matière se dissout facilement dans l'alcool et l'éther. Si l'on ajoute de l'eau à la dissolution alcoolique ou éthérée, il se forme aussitôt une matière visqueuse, qui peu à peu se transforme en un produit cristallisé : c'est l'urée anilique ou anilide cyanique.

L'aniline s'est donc comportée, dans cette circonstance, exactement de la même manière que l'ammoniaque. En effet, on a

$$2\,(C^{12}H^{7}Az) + C^{2}AzCl = ClH,\,C^{12}H^{7}Az + \underbrace{C^{12}H^{6}Az\,(C^{2}Az)}_{\text{Anilide cyanique.}}$$

En chauffant pendant quelque temps au bain-marie un mélange d'équivalents égaux de chlorhydrate d'anilide et d'anilide cyanique dissous dans l'alcool, on obtient un produit cristallisé d'où l'ammoniaque ne sépare plus aucun produit liquide, mais bien une substance concrète qui possède toutes les propriétés de la mélaniline. La mélaniline doit donc être considérée comme une combinaison conjuguée d'aniline et d'anilide cyanique qui prend naissance toutes les fois que la température s'élève dans la réaction.

La toluidine et la naphtalidam fournissent des résultats entièrement semblables à ceux qu'on observe avec l'aniline.

L'éthylaniline, traitée de la même manière, donne du chlorhydrate d'éthylaniline ainsi qu'un liquide limpide, volatil sans décomposition, bouillant à 271 degrés, dont la composition est exprimée par la formule

$$C^{18} H^{10} Az^{2} = C^{16} H^{10} Az (C^{2} Az)$$

et qu'on doit par conséquent considérer comme l'*éthylanilide cyanique*. Ce composé se comporte comme une base faible; son chlorhydrate forme, avec le bichlorure de platine, une combinaison qui cristallise en gros prismes rouge-orangé d'une grande beauté.

La méthylaniline et l'amylaniline se comportent d'une manière toute semblable.

Les composés dérivés de l'ammoniaque par la substitution de deux équivalents d'un groupement binaire éthyle, méthyle, phényle, à deux équivalents d'hydrogène, diffèrent donc essentiellement de ceux dans lesquels il n'y a eu substitution que d'un seul équivalent, en ce que les dérivés cyaniques sont volatils sans décomposition.

Ces faits établis, il était important d'étudier au même point de vue les curieux composés découverts par MM. Wurtz et Hofmann qui se rapprochent bien plus encore de l'ammoniaque que l'aniline.

Nous avons examiné six composés, savoir, d'une part, la méthyliaque, l'éthyliaque et l'amyliaque, qui nous ont donné des composés correspondant à ceux que fournit l'ammoniaque et l'aniline, et, d'une autre part, la diéthyliaque, la méthyléthyliaque et la diamyliaque, qui se sont comportées de la même manière que l'éthylaniline.

Ces composés sont des bases faibles capables de s'unir aux acides concentrés en formant des combinaisons qu'un excès d'eau décompose.

Il résulte de l'ensemble des faits précédents, que l'ammoniaque et les bases qui en dérivent par la substitution des différents groupements binaires (*méthyle*, *éthyle*, *amyle*, *etc.*,) à l'hydrogène qu'elle renferme éprouvent de la part du chlorure de cyanogène

gazeux une réaction qu'on peut exprimer par la formule générale

$$2\,(C\ H^{n}\,Az) + C^{2}Az,\,Cl = Cl\,H,\ C^{m}\,H^{n}\,Az + C^{m+2}\,H^{n-1}\,Az^{2}.$$

Ainsi l'on a

$$2\,(C^{2}H^{5}Az) + C^{2}Az,\,Cl = Cl\,H,\ C^{2}\,H^{5}Az + C^{4}\,H^{4}\,Az^{2},$$

Methylamide cyanique.

$$2\,(C^{4}H^{7}\,Az) + C^{2}Az,\,Cl = Cl\,H,\ C^{4}\,H^{7}Az + C^{6}\,H^{6}Az^{2},$$

Ethylamide cyanique.

$$2\,(C^{10}\,H^{13}\,Az) + C^{2}Az,\,Cl = Cl\,H,\ C^{10}\,H^{13}Az + C^{12}\,H^{12}\,Az^{2},$$

Amylamide cyanique.

$$2\begin{bmatrix} C^{4}H^{6}Az \\ (C^{4}H^{5}) \end{bmatrix} + C^{2}Az,\,Cl = Cl\,H,\ \begin{matrix} C^{4}H^{6}Az \\ (C^{4}H^{5}) \end{matrix} + C^{10}H^{10}Az^{2},$$

Diethylamide cyanique.

. . . .

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

36. — Sur les tuyaux et les sillons des couches calcaires et non calcaires, par M. Trimmer. — Sur l'origine des puits de sables et des graviers dans la craie du bassin tertiaire de Londres, par M. Prestwich. (*Société géolog. de Londres*, 18 janvier 1854.)

Il y a quelquefois en géologie certains détails de la science sur lesquels s'établit une discussion qu'il est difficile de terminer, parce que les bases mêmes n'en sont pas solidement posées. Souvent les antagonistes s'arrêtent là où ils auraient dû commencer, en admettant deux ou plusieurs théories pour expliquer l'origine des faits discutés, faits qui ont de l'analogie mais qui cependant résultent de causes diverses. Il n'y a pas longtemps qu'une discussion de ce genre a eu lieu au sujet des roches striées, et celle de l'origine des puits naturels ou orgues géologiques nous paraît être de cette nature. Sans vouloir faire une histoire complète des observations publiées sur ce sujet, et sans remonter à l'époque où Bertrand disait que « ces cavernes, ces conduits et ces trous étaient nécessaires pour introduire l'air dans les montagnes et pour empêcher qu'il ne se corrompe » (*Recueil*, etc., in-4°, 1766, p. 193), nous indique-

rons les noms des principaux auteurs qui se sont occupés de l'origine des puits naturels. Brongniart en a parlé dans sa description des environs de Paris. Buckland, dans ses *Reliquiæ diluvianæ*. M. Nœggerath en 1849 (*Annales des Mines*, XV, 475), a donné un excellent mémoire sur ce sujet, où il retrace les observations antérieures. M. Trimmer lui-même s'en est occupé en 1842 (*Proceeding de la Soc. Geol. de Londres*, IV, 6), et en 1844 (*Quarterly Journal*, I, 300.) M. Wood a décrit les puits naturels du Crag du Suffolk à l'Association britannique réunie à Ipswich (*Archives*, 1851, XVII, 332.) Cette communication a excité une discussion dont la conclusion a été que ces tubulures, fentes, puits, gouffres, orgues, entonnoirs, etc., pouvaient être le résultat de causes diverses.

M. Nœggerath avait démontré que ces divers genres de perforations étaient dus à des eaux chargées d'acide carbonique. Il n'y a pas d'hésitation à avoir à cet égard, et depuis que les chimistes ont reconnu le rôle immense que cet acide joue dans la nature, on aurait pu dire, sans tenir compte de ces observations, qu'il est impossible que les rochers n'offrent pas des trous résultant de son action.

Les sillons creusés à la surface des roches calcaires qui ne sont pas recouvertes par la végétation dans les hautes montagnes sont bien connus. Il n'est pourtant pas certain que l'acide carbonique soit le seul agent qui ait contribué à leur formation.

Nous avons assisté nous-même, à la perte du Rhône, à la formation d'un puits naturel : on voyait sur le bord du fleuve, là où le courant était très-rapide, un petit bloc erratique au fond d'un trou cylindrique. Lorsque les eaux du fleuve atteignaient l'orifice du trou, elles y entraient en imprimant au bloc un mouvement de rotation qui déterminait la formation du puits cylindrique ; des sables et de petits cailloux triturés habituellement par le bloc hâtaient la perforation du rocher calcaire.

C'est à ce genre d'action que M. Trimmer semble attribuer l'origine des cavités qui se trouvent dans des formations plus ou moins anciennes ; il croit qu'elles ont été creusées par des tourbillons d'eau semblables à ceux qui se trouvent quelquefois au bord de la

mer ou dans certains torrents. Selon lui, la présence de ces puits sur le grand espace de terrain où on les voit maintenant, s'expliquerait par le déplacement successif de la ligne de côte qui en aurait exposé toute la surface à l'action de la vague. Telle est, aux yeux de M. Trimmer la cause principale de l'origine des sillons et des puits. Il ne refuse pas toutefois d'admettre en seconde ligne l'action de l'acide carbonique dissout dans l'eau.

M. Prestwich, au contraire, accorde la priorité à cette seconde théorie. Selon lui, l'eau contenant de l'acide carbonique a dissous la craie dans laquelle se voient les tubulures et, par suite, les sables et les graviers supérieurs se sont affaissés. L'auteur observe combien les difficultés que rencontre la théorie du creusement mécanique par l'action de l'eau sont grandes. En premier lieu, il cite la grande profondeur des puits, qui dépasse quelquefois cinquante pieds, et, en second lieu, l'absence des graviers roulés qui devraient se trouver dans ces cavités, s'ils avaient été l'agent immédiat de leur perforation. M. Prestwich pense que les irrégularités du sol peuvent avoir été la cause de cette perforation par la direction qu'elles ont donnée aux eaux, et il s'attache à prouver que les puits se trouvent dans les points où la craie ou d'autres roches calcaires sont recouvertes par une couche perméable à l'eau.

Il est probable que l'origine de ces cavités remonte à la période où la craie et les terrains tertiaires qui la recouvrent formaient une terre sèche étendue et horizontale, avant l'époque où le sol prit sa configuration actuelle. Les eaux atmosphériques, plus ou moins chargées d'acide carbonique, traversaient librement les couches de sable placées au-dessus de la craie, et peu à peu elles se formaient des passages au travers de cette roche en la dissolvant. Lorsque, après cette époque, la craie et les terrains tertiaires qui la recouvrent éprouvèrent des dérangements locaux, la formation de nouvelles vallées donna une issue aux eaux sur leurs flancs, et la plupart des puits se vidèrent. L'on voit encore de nos jours cette même action continuer et des puits se creuser dans la craie en dessous des graviers. A. F.

---

37. — **Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges**, par M. Delesse. Grauwacke. (*Annales des Mines*, 1853, III, p. 745.)

La grauwacke est une roche fort répandue dans les terrains anthraxifère, devonien et carbonifère des Vosges, de la Normandie, des Pyrénées, du Forez, de la Bretagne, du pays de Galles, du Harz, etc. Sous ce nom, M. Delesse comprend les roches sédimentaires dans lesquelles il s'est développé des cristaux de feldspath du sixième système cristallin. Les cristaux, en effet, se sont développés dans l'intérieur de la roche, et n'y ont point été amenés par les eaux; c'est ce que démontrent leurs formes et leur disposition. Il en résulte que cette feldspathisation a eu lieu après la formation de la roche. C'est un métamorphisme qui a pris naissance au contact du porphyre brun, au moins dans les Vosges, et quoique l'on trouve des grauwackes compactes, arénacées, bréchiformes, etc. Ces roches passent par leurs variétés porphyroïdes à ce porphyre, qui a été nommé ainsi par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont.

La grauwacke contient comme minéraux accidentels de l'orthose, du quartz, de l'hornblende, du mica, de la chlorite, du carbonate de fer, de la pyrite, de l'épidote, etc., ainsi que des filons métallifères et des couches d'anthracite. Il semble que la formation de cette dernière substance est due à la même action qui a feldspathisé la roche entière.

---

38. — **Nouveau gisement de poissons fossiles**, par M. Zigno. (*Bulletin de la Société géol. de France*, 1853, X.)

Ce nouveau gisement de poissons fossiles découverts par M. Zigno, est placé sur le versant méridional des *Sette communi* dans le Vicentin, à environ 30 milles à l'est du Monte-Bolca, dans les collines tertiaires placées entre Schio et Morostica. Parmi les poissons il a reconnu le *Lates gracilis* et le *Lamna elegans* Ag. Ce sont, sauf cette dernière, les mêmes espèces que celles du Monte-Bolca. Dans

la même localité se trouve également un intéressant gisement de plantes parmi lesquelles l'auteur a trouvé le *Bambusium sepultum* Ung. le *Smilarites grandifolia* Ung., l'*Araucarites Sternbergii* Göpp. Cette flore, à la description de laquelle M. le professeur Massalongo de Vérone travaille, paraît appartenir à un terrain plus récent que celui des poissons.

---

39. — DÉCOUVERTE D'UNE FLORE JURASSIQUE ANALOGUE A CELLE DE SCARBOROUG, DANS LES COUCHES OOLITIQUES DES ALPES VÉNITIENNES, par M. ZIGNO. (*Bulletin de la Société géol. de France*, 1853, X.)

Nous venons d'indiquer une découverte de poissons dans les *Sette communi* (Vicentin). C'est encore dans cette contrée, au Mont Spitz de Botzo que M. Zigno vient de découvrir une flore remarquable.

Fortis avait anciennement signalé dans cette partie des Alpes quelques localités « où l'on trouve des plantes desséchées conservées dans leur état naturel, sans être aucunement incorporées avec la substance pierreuse qui les renferme » et d'autres, « où se trouvent des momies de poissons. » Mais il n'avait fait que les indiquer. Aujourd'hui M. Zigno les a fait exploiter et les décrit. Il en a déjà retiré plus de 400 échantillons fournissant plus de 40 espèces. Ce sont des plantes terrestres appartenant à l'étage bathonien de M. d'Orbigny. Elles ont la plus grande analogie avec la flore jurassique de Scarborough et de Mamers. Les cycadées et les otozamites y prédominent.

---

40. — SUR LES COQUILLES FOSSILES DE LA SOMMA, par M. A. GAUDRY. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1853, X.)

Depuis longtemps on avait signalé des coquilles dans les conglomérats ponceux qui forment une partie de la Somma à côté du Vésuve, mais on ne s'en était pas spécialement occupé.

L'auteur a examiné une collection qui avait été envoyée au Jardin des Plantes par M. Pilla, et il s'est convaincu que ces co-

quilles appartiennent à l'époque actuelle, et non pas à l'époque subapennine. Cette conclusion vient confirmer ce qui avait été dit sur ce sujet par M. Dufrénoy, dans son travail sur les environs de Naples. La présence de fossiles identiques aux espèces vivantes n'est point une exception locale, on en a trouvé de semblables sur diverses côtes des mers actuelles, qui ont été soulevées, en Italie, en Sicile et en Afrique.

---

41. — SUR LE COMMERCE DE LA HOUILLE EN ANGLETERRE. (*Literary Gazette*, 1854, p. 94.)

D'après un article d'un journal du comté de Durham (Advertiser), l'industrie de la houille s'est tellement développée en Angleterre, qu'en 1853 l'exploitation s'est élevée à 37,000,000 de tonnes. (Elle était de 34 millions en 1851.) A la sortie de la mine elles valent au moins 10,000,000 de livres sterling. Cette valeur est probablement doublée par les frais de transport avant que le combustible ait atteint le lieu de consommation. On compte dans la Grande-Bretagne environ 400 hauts fourneaux, qui consomment environ 10,000,000 de tonnes de charbon, 7,000,000 de tonnes de minerai de fer, et produisent 2,500,000 tonnes de fonte de fer, qui valent plus de 8,000,000 livres sterling. En 1750 la production du fer était de 30,000 tonnes ; en 1800, de 180,000 ; en 1825, de 600,000 ; en 1850, de 2,250,000 tonnes (*Athenæum* 1851, p. 583). Les manufactures et les usages domestiques de la ville de Londres seule, réclament annuellement 3,600,000 tonnes de charbon. En 1850, il a été transporté par mer plus de 9,360,000 tonnes dans les divers ports des Iles Britanniques et 3,350,000 tonnes à l'étranger ou dans les possessions anglaises. Pour se former une juste idée de l'immense importance de cette industrie, il faut encore ajouter à tout cela que 120,000 personnes sont continuellement employées au travail des mines, et que même dans quelques-uns des comtés du nord il y a un nombre plus grand de personnes travaillant sous terre qu'à l'extérieur. L'étendue du terrain houiller dans les Iles Britanniques est de 12,000

milles carrés, produisant annuellement 37,000,000 de tonnes de charbon. En Belgique de 250 milles carrés, produisant 5,000,000 de tonnes. En France, de 2000 milles carrés, produisant 4,150,000 tonnes. Aux Etats-Unis, de 113,000 milles carrés, produisant 4,000,000 de tonnes. En Prusse, de 2,200 milles carrés, produisant 3,500,000 de tonnes. En Espagne, de 4000 milles carrés, produisant 550,000 tonnes. Dans les possessions anglaises de l'Amérique du Nord, de 18,000 milles carrés, dont la production n'est pas connue. Le journal anglais indique encore en détail la superficie du terrain houiller dans les différents comtés des Royaumes-Unis, et il termine en faisant remarquer que l'exportation du charbon qui, en 1840, se montait à 1,606,000 tonnes, valeur 576,000 livres sterl., s'est élevée, en 1850, à 3,531,000 tonnes dont la valeur est de 1,284,000 liv. sterl. En 1841, l'exportation pour la France a été de 451,300 tonnes; pour la Hollande, 173,378 tonnes; pour la Prusse, de 116,296 tonnes, et pour la Russie, de 77,152 tonnes. En 1850, elle a été pour la France de 612,545 tonnes; pour la Hollande, de 159,953 tonnes; pour la Prusse, de 186,528 tonnes, et pour la Russie, de 235,198 tonnes.

---

42. — Sur la formation du calcaire magnésien, par M. J. T. Johnston. (Association britannique réunie à Hull en 1853, *Institut*, 1854, p. 35.)

L'auteur présente des échantillons de calcaire magnésien formé par dépôt dans une source, près du village de Neesham, sur la rive septentrionale de la rivière Tees. Ce calcaire possède la couleur, l'aspect général, la structure poreuse des calcaires du comté de Durham, et contient autant de magnésie que les lits les plus calcaires de ce comté. Le mode de production de cette roche fait présumer à l'auteur que tel a été en général celui des calcaires dolomitiques, et il discute à cet égard la probabilité relative des deux théories qui attribuent la magnésie qu'ils renferment à une imprégnation de calcaires préexistants, ou à une sublimation de bas en haut, ou à une infiltration de haut en bas. Il considère ces deux hypothèses comme inad-

missibles, en tant que causes générales, et se range à l'opinion qui veut, comme règle générale, que les calcaires magnésiens aient été déposés par des solutions aqueuses, quoiqu'une imprégnation fortuite de roches préexistantes, par voie d'infiltration, ne soit nullement improbable.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

43. — LETTRE SUR LES MOLLUSQUES PERFORANTS, par M. MARCEL DE SERRES. (*Revue de Zoologie*, 1853, p. 393 et 584.)

Nous avons parlé à diverses reprises des mollusques perforants. M. Marcel de Serres s'est de nouveau occupé de ce sujet. Dans un premier article, il a montré l'existence d'une sécrétion acide chez ces animaux, dans l'estomac et les intestins. Il vient d'adresser sur le même sujet une lettre au rédacteur de la *Revue de Zoologie*. Après avoir rappelé l'observation ci-dessus faite dans les *Modiola*, *Venerupis* et *Petricola*, il continue comme suit:

« On se demande, en présence de ces faits, comment l'humeur acide qui corrode les pierres les plus dures n'attaque pas en même temps les coquilles calcaires que présentent tous les mollusques lithophages. L'observation nous donne l'explication de ce petit phénomène. La *Modiola litophaga*, ainsi que d'autres espèces de ce genre, qui vivent dans l'intérieur des polypiers pierreux des mers du Sud, des Antilles ou des îles Marquises, notamment du Nu-Ka-Iva, se montrent recouvertes par une légère couche calcaire peu épaisse, d'un blanc roussâtre[1]. Les parties des coquilles qui en sont revêtues n'offrent plus alors de traces de l'épiderme brun auquel elles doivent l'uniformité de leurs nuances.

« La couche calcaire qui entoure les coquilles de ces mollusques leur est donc tout à fait étrangère dans leur état normal; elle paraît provenir de l'action que ces animaux exercent pendant leur

[1] Plusieurs modioles des mers des Indes ont de pareilles habitudes et se logent, comme celles des Antilles, dans les masses des polypiers pierreux. D'après Spallanzani, les mollusques de ce genre percent la substance même des laves rejetées par le Vésuve dans la mer.

vie sur les pierres où ils se logent. Elle défend du moins les coquilles contre l'usure qui pourrait être le résultat d'un frottement longtemps prolongé, et les protége contre les effets des acides. Elle le fait avec d'autant plus d'efficacité qu'une humeur glaireuse ou mucilagineuse, sécrétée par les mollusques eux-mêmes, la fixe sur les parois de leurs valves. Tout en les mettant à l'abri du frottement direct, cette matière, composée en partie de substance animale, les empêche d'être attaquées d'une manière notable par une liqueur corrosive quelconque. Elles en sont donc protégées suffisamment, outre que la vie elle-même les défend contre l'action des agents énergiques, en les entourant d'une humeur mucilagineuse qui les en garantit.

« Ces faits sont loin d'avoir échappé à l'attention des anciens observateurs; du moins le directeur de la compagnie de commerce de Middelbourg, nommé Leendert-Bomme, s'est assuré, avant 1778, que les pholades perçaient les pierres les plus dures et sans le secours d'un acide. Ce naturaliste a également fait connaître une foule de détails curieux sur l'économie de ces animaux; il a particulièrement fait observer qu'en 1759 et 1760 les mollusques lithodomes avaient menacé d'une destruction complète les digues de l'île de Valcheren [1].

« Quoique la plupart des mollusques lithophages appartiennent à l'ordre des acéphales ou des lamellibranches, il faut bien se garder de supposer qu'ils soient les seuls qui se logent dans l'intérieur des pierres ou des bois. C'est toutefois parmi les seuls invertébrés que l'on découvre des espèces qui ont de pareilles habitudes. Mais ces invertébrés se rapportent non-seulement aux mollusques acéphales des genres *Modiola*, *Pholas*, *Venerupis*, *Gastrochœna*, *Petricola*, *Corbula*, *Clavagella*, *Fistulana* et *Septaria*, mais aux Gastéropodes du genre *Helix*. A la vérité on n'a cité qu'une espèce de ce genre, l'*Helix aspersa*, qui ait de pareilles habitudes, tout

[1] Ce mémoire a fait l'objet d'un travail particulier de M. le professeur G. Vrolick, inséré dans le premier volume de l'Académie des Sciences d'Amsterdam. (Voyez *Bibl. Univ.*, *Archives*, tome XXIV, page 304, novembre 1853.)



comme le genre *Teredo* est à peu près le seul qui perce les bois dans l'intérieur desquels il passa sa vie.

« Les annélides errantes du genre des néréides, ainsi que les tubicolés des genres *Serpula*, *Sabellaria* et *Magilus*, se logent également dans l'intérieur des pierres, où ils s'établissent plus ou moins profondément, suivant leurs espèces. Il paraît qu'il en est de même du genre siponcle, qui appartient aux zoophytes échinodermes.

« Tels sont la plupart des invertébrés, qui creusent leurs habitations dans les roches solides ou dans les bois, et qui y passent leur vie. Il est assez remarquable que le genre de mollusques qui, dans les temps géologiques, a eu de pareilles mœurs, soit celui qui présente aujourd'hui le plus d'espèces lithodomes. Ce genre est celui des modioles, qui a jadis vécu non-seulement dans l'intérieur des roches calcaires, mais encore dans la masse des polypiers pierreux.

« Ainsi, les plus petits comme les plus grands phénomènes de l'ancien monde n'ont jamais cessé de se produire, et se sont succédé avec une constance réellement digne d'attention. La seule différence qu'il y ait à cet égard tient à ce que plusieurs d'entre eux ont diminué en grandeur et en intensité.

« Si nous n'avons pas signalé les insectes lépidoptères de l'ordre des tinéites, dont les habitudes ont quelques rapports avec celles des espèces que nous venons de citer, c'est que leurs larves se logent bien entre les feuillets des schistes, mais ne paraissent pas les percer ni s'y loger d'une manière permanente. Il y a bien quelques analogies entre les mœurs de ces lépidoptères et celles des mollusques, et surtout des annélides lithodomes; mais il n'y a pas, à cet égard, similitude complète.

« Nous ferons observer, en finissant, que les espèces perforantes de l'ancien monde ne paraissent pas, du moins jusqu'à présent, avoir exercé leur action sur les roches, antérieurement aux roches jurassiques, mais qu'elles ont continué cette action sur les roches crétacées et tertiaires. »

---

44. — NOTE SUR LES DÉPÔTS DILUVIENS, LES SABLES ET LES MARNES TERTIAIRES D'EAU DOUCE MISES A DÉCOUVERT LORS DES FONDATIONS DU PALAIS DE JUSTICE A MONTPELLIER. (*Revue de Zoologie*, 1853, p. 557.)

M. Marcel de Serres a déjà fait connaître une partie des débris qui ont été recueillis en creusant les fondations du palais de justice de Montpellier. Dans la note dont il s'agit ici, il décrit quelques mollusques terrestres ou fluviatiles, savoir : trois Helix, cinq Auricula, un Bulimus, un Carychium, six Paludina, un Lymnæus, deux Planorbes, un Cyclostoma, une Succinea, une Testacelle, deux Unio et un Mytilus.

Parmi les mammifères, le savant paléontologiste de Montpellier cite un castor, le *Lepus loxodus*, Gervais, des débris de rhinocéros et de cerfs et le *Semnopithecus Monspelliensis*, Gervais.

---

45. — EXPÉRIENCES SUR LE VENIN DES SERPENTS A SONNETTE, par M. D. BRAINARD, prof. de chirurgie au collége médical de Chicago (Illinois). (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, du 28 novembre 1853.)

Les expériences ont été faites en général sur des pigeons. Les serpents appartenaient tous à l'espèce du *Crotalophorus trigeminus*, espèce dont les morsures passent pour être moins dangereuses que celles d'autres crotales, ce qui s'expliquerait peut-être par leur moindre taille.

L'auteur décrit les symptômes qu'il a observés chez les animaux mordus et les résultats des altérations que lui a fait connaître l'autopsie cadavérique. Parmi ces derniers faits, il faut signaler : 1° un changement dans la forme des globules rouges du sang qui, chez les animaux morts à la suite d'une morsure, paraissent s'être rapprochés de la forme sphérique ; 2° l'abondance des corpuscules blancs qui se groupent entre eux et forment des masses mamelonnées ; 3° quand la mort n'a pas été rapide, l'état très-prononcé de liquidité du sang contenu dans les cavités du cœur. Chez les mam-

misères, on a remarqué aussi, dans les cas où la mort ne survient pas promptement, qu'il y a tendance aux hémorragies par les muqueuses, et quelquefois apparition sur la peau de taches pétéchiales.

Parmi les symptômes observés pendant la vie, un des plus apparents, et qui est, chez les pigeons, très-facile à observer, c'est la constriction de la glotte. La trachéotomie, si utilement employée dans les cas d'empoisonnement par la strychnine, se trouvait très-naturellement indiquée. Elle a eu pour résultat de retarder la mort, mais non de la prévenir.

L'action des ventouses appliquées sur les points mordus a agi dans le même sens, et a semblé même plus efficace, mais encore insuffisante. Toutefois l'application des ventouses, en retardant l'absorption du poison, donne le temps de faire pénétrer par infiltration, dans la plaie et dans les parties environnantes, des substances médicamenteuses. Celles que M. Brainard a essayées sont le lactate de fer et l'iodure de potassium, l'un et l'autre à l'état de solution aqueuse. On les fait pénétrer à l'aide d'une petite seringue convenablement disposée. Au moyen de ces deux substances employées en temps utile et avec les précautions nécessaires, on a, dans le plus grand nombre des cas, sauvé la vie d'animaux qui, privés de secours, auraient nécessairement succombé. M. Brainard croit reconnaître dans l'iodure de potassium une action plus certaine que dans le lactate de fer.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1854.

Le 6, depuis 6 h. 15 m., superbe couronne lunaire.

» 12, à 2 h., faible halo solaire.

Dans la nuit du 12 au 13, vers 4 h. du matin, la bise a commencé tout d'un coup à souffler avec une extrême violence, et elle a continué ainsi jusqu'au 14 au soir. Dans la nuit du 13 au 14, le Rhône a été gelé à sa sortie du lac, depuis le pont de la machine hydraulique, jusqu'au delà de l'estacade qui ferme le port ; la congélation a eu lieu par la soudure des glaçons accumulés par la bise. Le 15, la glace s'étendait au delà du port, depuis les Pâquis jusqu'aux Eaux-Vives, et, dans la journée, des milliers de personnes ont traversé le Rhône sur la glace, au-dessous de l'estacade. La débâcle a eu lieu dans la nuit du 15 au 16, malgré la persistance du froid, le thermomètre étant à plus de 11 degrés au-dessous de 0, et le 16 au matin, tout l'espace gelé était de nouveau entièrement libre.

Le 15, à 11 h., faible halo solaire.

» 16, belle lumière zodiacale, elle s'étend jusque vers Saturne.

» 17, de 10 h. à midi, on voit, à plusieurs reprises, l'arc tangent supérieur au halo, le halo étant lui-même invisible.

» 20, faible lumière zodiacale.

» 21, la lumière zodiacale s'étend jusqu'aux Pléiades.

» 22, faible lumière zodiacale.

» 24, la lumière zodiacale s'étend au delà des Pléiades.

» 27 et 28, belle lumière zodiacale.

Température du Rhône :

1re décade,	+ 4°,59
2me »	+ 2°,64
3me »	+ 3°,71
Mois	+ 3°,73

Maximum, le 8 + 5°,3. Minimum, le 15 + 0°,9.

L'observation du minimum a été faite près de l'endroit où les observations se font ordinairement, à travers un trou pratiqué dans la glace. La veille, l'observation n'a pas pû être faite, à cause de la congélation du Rhône.

Genève. — Février 1854.

Jours du mois	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm.			pouces.
1	732,36	731,31	729,60	729,72	− 2,1	+ 2,6	+ 1,7	+ 0,3	− 2,9	+ 3,3	1,00	0,72	1,00	1,00	»	N. 1	0,99	20,0
2	728,50	728,45	727,07	727,91	− 4,2	+ 1,1	+ 3,9	+ 1,7	− 4,8	+ 6,3	1,00	0,87	0,90	0,89	»	N. 1	0,44	20,0
3	728,86	729,11	728,96	730,20	+ 3,3	+ 3,1	+ 3,2	+ 3,2	+ 0,2	+ 3,6	0,83	0,78	0,77	0,78	»	NNE. 1	1,00	21,0
4	731,21	731,14	730,52	731,49	+ 2,2	+ 3,6	+ 3,1	− 1,0	− 1,4	+ 4,1	0,80	0,89	0,81	0,99	»	variab.	0,77	20,5
5	733,29	733,21	733,46	734,34	− 0,2	+ 6,6	+ 7,3	+ 6,4	− 1,6	+10,4	0,96	0,71	0,66	0,71	»	SSO. 1	0,96	20,5
6	734,33	734,87	735,09	735,53	+ 4,4	+ 7,4	+ 9,8	+ 5,2	+ 3,0	+11,6	0,94	0,88	0,73	0,97	0,2	variab.	0,80	20,5
7	735,89	735,48	734,38	734,27	+ 6,7	+ 9,9	+ 8,8	+ 6,6	+ 2,3	+10,9	0,75	0,58	0,56	0,67	»	S. 1	0,99	20,0
8	732,23	732,47	732,65	732,90	+ 7,1	+ 7,7	+ 6,0	+ 4,7	+ 2,5	+10,0	0,69	0,63	0,56	0,50	0,5	variab.	0,91	20,5
9	731,95	730,34	727,33	724,50	+ 1,9	+ 3,1	+ 2,0	+ 2,2	+ 1,5	+ 3,9	0,69	0,64	0,82	0,82	1,0	SSO. 2	1,00	20,0
10	725,44	726,55	725,92	723,22	− 1,6	+ 0,4	− 1,0	− 3,2	− 3,8	+ 1,6	0,88	0,80	0,81	0,99	1,5	N. 1	0,67	20,0
11	728,87	729,66	729,72	730,91	− 5,0	− 2,8	− 2,6	− 5,1	− 6,4	− 2,0	0,95	0,76	0,67	0,75	»	NNE. 1	0,22	20,0
12	730,34	729,17	727,81	726,82	−10,6	− 5,6	− 3,5	− 3,8	−11,2	− 3,0	0,97	0,77	0,73	0,80	»	variab.	0,76	20,0
13	726,40	728,65	729,02	730,37	− 7,5	− 7,0	− 7,1	− 8,7	− 9,0	− 4,2	0,92	0,80	0,77	0,89	»	NNE. 3	0,23	22,0
14	733,45	735,17	734,25	734,60	− 9,9	− 8,5	− 7,4	− 8,6	−10,0	− 7,0	0,84	0,79	0,74	0,82	»	NNE. 3	0,68	25,0
15	730,99	728,39	725,18	723,90	−11,8	− 7,2	− 6,2	− 6,6	−12,3	− 5,5	0,94	0,72	0,68	0,98	0,8	variab.	0,98	22,0
16	724,11	724,65	724,96	727,61	− 9,4	− 0,9	+ 0,6	− 1,0	− 9,4	+ 1,0	1,00	0,72	0,79	0,88	»	variab.	0,33	20,0
17	729,99	729,57	727,59	726,58	− 7,0	+ 3,5	+ 1,8	− 0,4	− 8,1	+ 5,2	0,89	0,45	0,89	0,88	»	SSO. 1	0,66	20,5
18	714,96	718,46	716,51	718,04	+ 1,2	− 1,4	− 2,5	− 3,6	− 4,0	+ 5,5	0,93	0,73	0,97	1,00	2,9	SSO. 1	0,80	20,5
19	719,21	719,64	720,67	722,36	− 4,0	− 0,2	− 1,2	− 1,5	− 5,0	− 0,1	0,98	0,91	0,99	0,91	0,5	S. 1	0,99	21,0
20	725,16	726,07	725,24	725,86	+ 0,2	− 0,4	+ 0,2	− 1,8	− 5,5	+ 3,2	0,78	0,96	0,86	0,70	»	N. 1	0,54	21,0
21	728,26	729,15	729,25	730,55	− 6,8	− 3,6	− 2,2	− 5,4	− 8,7	− 2,0	0,96	0,82	0,77	0,90	»	variab.	0,57	21,0
22	733,77	733,46	731,61	733,12	−10,4	− 2,9	− 1,0	− 5,8	−10,9	− 0,9	1,00	0,86	0,81	0,90	»	SSO. 1	0,11	20,5
23	732,68	733,01	733,63	733,94	− 8,2	− 2,2	− 0,7	− 0,9	−11,6	0,0	0,97	0,77	0,73	0,83	»	variab.	0,87	20,5
24	738,60	738,33	739,00	739,31	+ 0,4	+ 2,0	+ 5,6	+ 0,1	− 2,9	+ 5,7	0,83	0,96	0,46	0,89	»	N. 2	0,19	21,0
25	738,91	737,95	737,55	737,87	− 5,2	+ 1,5	+ 5,5	+ 0,9	− 7,1	+ 3,7	1,00	0,68	0,65	0,83	»	variab.	0,62	22,0
26	736,83	737,19	737,21	737,39	− 0,4	+ 5,3	+ 3,8	+ 1,9	− 1,6	+ 5,8	0,83	0,49	0,57	0,70	»	N. 1	0,80	22,0
27	736,66	736,63	736,41	737,50	+ 0,4	+ 5,0	+ 3,4	+ 0,5	− 0,4	+ 5,7	0,89	0,63	0,54	0,73	»	N. 2	0,08	21,5
28	737,65	737,96	737,31	738,49	− 2,8	+ 2,7	+ 5,4	+ 1,5	− 4,9	+ 6,1	0,92	0,58	0,45	0,78	»	N. 1	0,03	22,0

Moyennes du mois de Février 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	731,34	731,41	731,32	731,29	730,64	730,50	730,51	730,61	730,75
2e »	725,88	726,35	726,84	726,92	726,38	726,10	726,49	726,71	726,80
3e »	734,87	735,42	735,64	735,46	735,21	735,24	735,91	736,25	736,52
Mois...	730,40	730,75	731,03	730,92	730,42	730,28	730,62	730,82	730,99
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 1,33	+ 1,75	+ 3,16	+ 4,55	+ 5,34	+ 4,48	+ 3,66	+ 2,61	+ 2,08
2e »	- 6,41	- 6,38	- 4,32	- 3,05	- 2,29	- 2,77	- 3,71	- 4,11	- 4,40
3e »	- 5,16	- 4,12	- 0,05	+ 0,72	+ 1,75	+ 1,95	+ 0,98	- 0,95	- 2,24
Mois...	- 3,29	- 2,83	- 0,57	+ 0,74	+ 1,59	+ 1,17	+ 0,26	- 0,81	- 1,47
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	4,58	4,45	4,60	4,77	4,76	4,79	4,69	4,56	4,45
2e »	2,75	2,70	2,84	2,84	2,88	3,03	3,01	2,95	2,96
3e »	2,95	3,15	3,54	3,30	3,21	3,23	3,38	3,54	3,39
Mois....	3,46	3,46	3,67	3,66	3,65	3,71	3,72	3,69	3.62
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,90	0,85	0,80	0,75	0,71	0,76	0,80	0,83	0,83
2e »	0,95	0,92	0,84	0,76	0,75	0,81	0,85	0,86	0,88
3e »	0,93	0,93	0,81	0,72	0,64	0,62	0,69	0,82	0,87
Mois . .	0,93	0,89	0,82	0,75	0,70	0,74	0,79	0,84	0,86

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	- 0,52	+ 6,57	0,85	3,2	20,3
2e »	- 7,87	- 0,89	0,62	4,2	21,2
3e »	- 6,01	+ 2,51	0,41	0,0	21,3
Mois....	- 4,71	+ 2,75	0,64	7,4	20,9

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,86 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 9°,9 E. et son intensité est égale à 33 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Février: 270mm, répartie comme suit :

	mm
le 6	30
le 9	30
le 10	40
le 13	15
le 15	35
le 16	25
le 17	60
le 18	15
le 19	20

SAINT-BERNARD. — Février 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMÈTRE. 8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s.	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	569,75	569,37	568,46	568,28	+ 1,4	+ 4,4	+ 3,7	+ 0,5	− 2,4		72	68	70	65	»	NE. 1	0,00
2	566,77	566,22	565,64	565,85	− 0,5	− 0,3	− 1,3	− 4,3	− 4,4		68	61	58	65	»	NE. 1	0,03
3	564,42	564,35	564,50	564,85	− 5,5	− 3,5	− 6,5	− 7,8	− 8,3		75	80	84	87	»	variab.	0,51
4	565,15	566,07	566,20	566,78	− 5,8	− 1,7	− 2,7	− 5,7	− 9,8		68	83	70	68	»	SO. 1	0,00
5	566,78	566,82	567,00	567,41	− 9,0	− 4,4	− 8,0	− 7,0	−10,0		66	64	63	73	»	NE. 2	0,44
6	567,33	568,36	569,49	569,98	− 4,3	− 1,0	− 3 8	− 5,0	− 7,5		93	88	87	86	2,7	NE. 2	0,84
7	570,57	570,18	569,35	568,83	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,4	− 0,8	− 4,4		69	60	65	59	»	NE. 2	0,00
8	564,80	562,58	561,49	561,05	− 7,5	− 7,3	−11,5	−11,8	−12,7		84	74	80	82	»	NE. 3	0,62
9	561,49	560,56	557,01	554,62	−14,3	−13,0	−12,8	−13,0	−17,1		84	82	82	86	2,9	NE. 3	1,00
10	553,60	554,91	553,27	552,71	−18,0	−17,8	−18,8	−18,9	−20,5		84	80	82	84	4,0	NE. 3	1,00
11	555,01	555,73	556,69	557,19	−24,0	−21,8	−21,3	−22,8	−25,1		85	80	81	79	»	NE. 3	0,77
12	556,33	555,13	555,10	554,35	−23,0	−20,3	−21,4	−19,3	−24,3		80	75	81	86	»	NE. 3	0,62
13	552,79	552,95	553,60	555,49	−22,7	−23,4	−25,8	−27,8	−28,3		82	78	73	78	1,3	NE. 2	0,64
14	558,31	559,96	559,79	560,26	−21,6	−18,8	−18,4	−17,2	−28,8		80	80	72	75	»	NE. 1	0,00
15	558,21	556,61	554,74	553,95	−15,6	−16,0	−14,8	−13,8	−17,1		70	70	84	86	3,2	NE. 2	0,77
16	553,20	554,27	554,93	556,71	−19,0	−18,0	−17,5	−18,9	−19,7		83	79	75	78	2,1	NE. 2	0,97
17	559,01	559,68	559,19	558,76	−14,0	− 9 8	−12,0	−14,5	−16,4		80	77	61	67	5,0	NE. 2	0,21
18	551,12	549,47	548,00	547,86	−10,8	−14,0	−19,2	−20,2	−20,6		90	80	83	78	1,5	NE. 3	0,94
19	548,83	549,76	550,33	551,56	−19,0	−17,5	−17,0	−16,7	−21,2		90	84	85	84	1,7	NE. 3	1,00
20	553,58	554,53	554,89	555,99	−17,3	−17,2	−17,2	−19,6	−20,0		84	79	79	80	»	NE. 2	0,82
21	558,22	559,50	560,02	561,73	−14,0	− 9,5	−12,4	−12,7	−16,3		76	76	79	72	»	NE. 2	0,09
22	563,35	563,68	563,56	564,28	−10,7	− 6,7	− 7,6	−11,0	−13,9		70	77	73	67	»	NE. 1	0,00
23	563,43	564,35	564,58	566,39	− 9,7	− 9,4	− 9,5	−13,9	−14,2		60	60	66	65	»	NE. 1	0,38
24	567,71	568,38	568,65	569,49	−12,5	− 8,3	− 7,6	− 9,4	−14,4		77	76	73	81	»	NE. 2	0,11
25	568,43	568,35	568,47	568,88	− 9,3	− 4,9	− 9,3	− 9,7	− 9,9		89	81	81	82	»	NE. 3	0,67
26	566,31	565,64	565,67	566,61	−11,4	−10,9	−12,3	−13,9	−14,2		88	84	79	82	»	NE. 3	0,80
27	566,89	567,18	568,08	568,90	− 8,9	− 6,2	− 7,4	− 8,0	−14,5		85	80	77	73	»	NE. 2	0,02
28	570,00	570,56	570,79	572,04	− 5,0	− 3,5	− 3,1	− 5,9	− 8,2		73	74	72	75	»	NE. 1	0,09

Moyennes du mois de Février 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	564,94	565,07	565,22	564,94	564,30	564,24	564,31	564,04	563,96
2e »	554,37	554,64	554,65	554,81	554,71	554,73	555,05	555,21	555,20
3e »	564,99	565,54	565,87	565,95	565,91	566,23	566,85	567,29	567,00
Mois...	561,18	561,48	561,63	561,61	561,33	561,41	561,73	561,81	561,70

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	− 7,05	− 6,23	− 4,84	− 4,10	− 4,46	− 5,93	− 6,74	− 7,38	− 7,45
2e »	−19,63	−18,70	−17,67	−17,68	−17,99	−18,46	−19,07	−19,08	−18.43
3e »	−11,24	−10,19	− 8,06	− 7,42	− 8,35	− 8,65	− 9,65	−10.56	−10,35
Mois...	−12,74	−11,81	−10,34	− 9,90	−10,40	−11,18	−11,97	−12,47	−12.20

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	78,0	76,3	76,6	74,1	69,5	74,1	75,7	75,5	76.4
2e »	79,3	82,4	80,5	78.2	75,4	77,4	76,5	79.1	79.7
3e »	76,5	77,2	77,2	74,7	75,6	75,0	75.6	74,6	75.1
Mois...	78,0	78,7	78,2	75,7	73,4	75,5	76,0	76,5	77,2

	Therm. min.	Ther. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	o	o		mm
1re décade,	− 9,71	—	0,41	9,6
2e »	−22,15	—	0,67	14,8
3e »	−13,20	—	0,27	0,0
Mois...	−15,15	—	0 48	24,4

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,87 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 181 sur 100.

AVRIL 1854.

ARCHIVES
DES
SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

RÉSUMÉ DES TRAVAUX LES PLUS RÉCENTS SUR LA GÉNÉRATION ALTERNANTE ET SUR LES MÉTAMORPHOSES DES ANIMAUX INFÉRIEURS, par M. Edouard CLAPARÈDE.

(Second article [1].)

Considérations générales.

Nous avons donné dans le premier article une rapide esquisse des principaux phénomènes qui, de près ou de loin, se rattachent à ce qu'on a nommé génération alternante ou métagénèse; car nous pensons devoir laisser de côté les observations de Jean Müller sur le développement d'un mollusque qu'il a nommé *Entoconcha mirabilis*, et qu'il a trouvé dans l'intérieur d'une holothurie, la *Synapta digitata*[2]. Nous croyons aussi devoir passer sous silence les particularités singulières observées par Filippi[3] dans le développement d'un hyménoptère de la famille des ptéromaliens, dont le premier âge se passe dans les œufs du *Rhynchites betuleti*, car ces faits sont encore trop mystérieux. Il est probable que nous avons affaire chez la

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), cahier de mars 1854, p. 229.

[2] *Johannes Müller*, Abhandlung über die Synapta digitata, Berlin, 1852.

[3] Note sur la génération d'un hyménoptère de la famille des ptéromaliens, dans les Annales des Sciences naturelles de 1851.

synapta avec un cas de parasitisme plutôt qu'avec une génération alternante. L'observation de Filippi sur le ptéromalien peut s'expliquer très-logiquement par la comparaison avec les cas déjà connus de génération alternante ou *à deux degrés*, comme dit le professeur de Turin; mais, malgré l'autorité du nom de celui qui l'a découverte, elle a besoin d'être confirmée avant de prendre place dans l'histoire générique des êtres. Reste maintenant à se bien rendre compte de ce qu'on peut entendre par ces dénominations *génération alternante* et *métagénèse*, et à en limiter la signification d'une manière tranchée si cela est possible. La question : « Qu'est-ce que la métagénèse ? » n'est point, en effet, facile à résoudre. Tant qu'on ne considère que ce qui touche aux salpes et aux hydroméduses, l'esprit y voit un ordre de faits nettement caractérisés, facile à concevoir dans toute son étendue. Mais lorsqu'on voit, à côté de ces faits, venir s'en ranger d'autres comme ceux qui concernent la reproduction des infusoires, des helminthes et surtout des échinodermes, cet ensemble nettement caractérisé va s'évanouissant, et il ne reste plus dans l'esprit de l'observateur qu'un chaos de faits, auxquels il applique tantôt le nom de génération alternante, tantôt celui de métamorphose, qu'un mélange confus d'organismes, où il voit pêle-mêle et se confondant les unes dans les autres, larves et nourrices. Il se demande ce qu'est devenue l'individualité de chaque être au milieu de cette tour de Babel physiologique et il ne sait que se répondre. C'est qu'en effet la métamorphose et la métagénèse se touchent par plus d'un point, qu'elles sont souvent bien difficiles, pour ne pas dire impossibles, à distinguer, que parfois même, si l'on considère le développement du *Gyrodactylus elegans*, par exemple, il est bien difficile de

distinguer la gemmiparité de l'oviparité, et c'est même précisément à cause de cette analogie dans le développement des bourgeons du gyrodactylus avec le développement d'un œuf, que nous n'en avons pas parlé. En effet, n'y aurait-il pas eu confusion dans cette dernière observation. Cette soi-disant gemme du gyrodactylus ne serait-elle point, à tout prendre, un œuf? C'est difficile à décider, aujourd'hui que le seul critère pour distinguer une gemme d'un œuf réside dans la présence ou l'absence d'une vésicule germinative, cet organe encore inexpliqué et problématique.

Et d'abord qu'est-ce que la métamorphose? Au temps où la théorie de l'évolution régnait dans la science, la réponse à cette question était facile. Un animal à métamorphose était un animal produisant des germes non semblables à lui-même et destinés à revêtir plus tard le type de leur mère, après avoir passé par une série de phases successives. Mais aujourd'hui que la doctrine de l'épigénèse, avec toutes les modifications qui lui ont été apportées, a renversé celle de l'évolution, il n'en est plus ainsi. Dans l'origine de son développement fœtal, aucun être n'est semblable à ses parents. Il passe dans l'œuf par des *phases*, qui méritent tout aussi bien ce nom que les états divers d'un ver à soie, entre sa vie de chenille et sa vie de bombyx. Il a fallu dès lors distinguer deux métamorphoses: la *métamorphose fœtale*, dont les différentes phases sont parcourues dans l'œuf, comme cela a lieu pour les mammifères et l'homme, et la *métamorphose libre* comme celle d'un insecte. Ce n'est pas tout. A mesure que les observations physiologiques et anatomiques se sont perfectionnées, on a dû reconnaître que, si l'on accorde le nom d'animal à métamorphose libre à tout animal qui sort de l'œuf dans un

état non identique à celui de ses parents, l'immense majorité du règne animal rentre dans cette catégorie, que même tous les animaux y sont soumis sans en excepter l'homme. En effet, un jeune se distingue toujours d'un adulte, soit par l'absence des poils de la barbe, des cornes, des dents, etc., soit par la présence d'une membrane pupillaire, soit par quelque autre imperfection de l'organisme. La métamorphose (qu'on admette ou qu'on n'admette pas sa distinction en libre et non libre) est donc un phénomène général auquel est soumise la nature entière, les végétaux s'y rangeant aussi bien que les animaux, et c'est à tort qu'on a voulu y voir pendant un certain temps l'apanage d'une catégorie d'êtres particulière. Néanmoins, il y a des degrés d'importance dans les phénomènes qui se rattachent à cette loi. Il est évident qu'il y a une grande distance entre les métamorphoses d'un lépidoptère qui doit passer de l'état de chenille à l'état de papillon, et la métamorphose d'un petit mammifère qui n'a qu'à perdre une membrane pupillaire et à pousser quelques dents pour devenir semblable à ses parents. Aussi, sans méconnaître la généralité de la métamorphose, nous pouvons y distinguer des catégories et réserver le nom de *métamorphose* proprement dite à cette classe de phénomènes que nous ne définissons pas encore, et dont les insectes nous offrent le type.

En quoi consiste la métamorphose, et quel est son but? La réponse à la première partie de cette question est déjà indiquée par ce que nous avons dit plus haut : c'est le passage d'un animal délivré des enveloppes de l'œuf par des phases qui, chez d'autres, ont lieu dans l'œuf même, et ont pour but de l'amener au type de son ou de ses parents. Cependant, si l'on voulait voir là l'explication vé-

ritable de la métamorphose, on serait dans l'erreur. En effet, il n'est point vrai qu'une écrevisse présente dans son développement fœtal les mêmes phases successives qu'un crustacé voisin à métamorphoses libres. Il n'est pas vrai non plus que les reptiles écailleux présentent dans leur état embryonnaire la phase du têtard de la grenouille; en un mot les animaux à métamorphoses libres ne répètent point des phases exactement correspondantes à celles du développement fœtal d'animaux voisins sans métamorphoses libres. Si nous admettons au moins une correspondance des grands traits dans ces deux modes de développement (par embryons et par métamorphose), il s'ensuit qu'une larve naît relativement plus tôt qu'un animal qui quitte les enveloppes de l'œuf sans devoir présenter de métamorphoses plus tard. Il suit aussi de là que plus la larve naîtra tôt, que plus sa vie fœtale aura été relativement courte, plus le nombre de ses métamorphoses devra être grand. Or, il est clair qu'un fœtus, qui est destiné à vivre encore un certain temps dans l'œuf aux dépens du vitellus, n'est point encore en état de vivre libre; il lui manque des organes qui lui seraient nécessaires pour le mettre en rapport avec la nature extérieure, et si une loi naturelle force un autre fœtus à sortir de l'œuf pendant le cours de cette même phase ce fœtus devra, pour pouvoir soutenir la vie, être pourvu de ces organes dont se passe le premier et dont lui-même aurait pu se passer, s'il avait continué à vivre dans l'œuf. Une larve doit, par exemple, être pourvue d'organes locomoteurs, correspondant ou non aux organes locomoteurs de l'animal parfait, pour pouvoir aller à la recherche de sa nourriture. C'est ainsi que la larve d'une mouche est douée de reptation, qu'une chenille a un nombre de pattes proportionné

à la longueur et à la lourdeur de son corps, que le jeune gastéropode et le jeune acéphale ont des cils vibratiles ou des voiles. On comprend aussi que la larve jouissant d'un degré d'organisation inférieur à celui de l'animal parfait doive présenter un genre de vie différent : La chenille, pour satisfaire aux exigences de sa nature, dévore des feuilles de végétaux, nourriture dont peut se passer le papillon. Le têtard de la grenouille, vu son organisation délicate, est plus approprié à une vie aquatique que ses parents. Tant que sa faculté motrice n'est pas très-développée, il est muni de branchies qui lui évitent la peine de venir respirer à la surface ; il possède une queue et de petites pattes, pour satisfaire aux conditions de la natation ; il se nourrit de matières herbacées, ce qui lui nécessite un intestin plus long que celui de la grenouille. Si le têtard avait subi son développement dans l'œuf, il n'aurait pas eu besoin de tous ces organes provisoires. D'un autre côté, si la grenouille avait été destinée à vivre continuellement dans l'eau, le têtard aurait eu besoin de passer par un moins grand nombre de métamorphoses ; il aurait gardé sa queue, et n'aurait pas pris les grandes pattes des batraciens terrestres ; en un mot il se serait rattaché au type que nous trouvons réalisé dans le triton. Ces organes provisoires que nécessitait l'état de larve sont plus ou moins nombreux et importants suivant les cas. On conçoit qu'ils puissent manquer totalement lorsque l'abondance de la nourriture et une protection suffisante les rendent inutiles. Les phases peuvent se borner alors à de simples arrêts de développement. Ainsi, pour rester parmi les batraciens, les jeunes du pipa se développant dans les cellules dorsales de l'adulte, peuvent se passer des organes accessoires qui caractérisent le têtard de la grenouille. De même, c'est

probablement à leur position dans la poche de leur mère que les jeunes didelphes doivent de ne pas présenter de métamorphoses proprement dites.

Ces considérations téléologiques ont été très-bien développées par Leuckart, qui s'est même laissé entraîner un peu loin en voulant expliquer les causes de l'état de larve[1]. Leuckart pose en principe que la quantité de matière plastique du vitellus est en rapport avec le développement que doit prendre l'embryon. D'après ce morphologiste distingué, si cette quantité ne suffit pas au développement complet du fœtus, celui-ci doit sortir de l'œuf pour trouver sa vie au dehors, à moins que l'apport d'albumine par des chalazes (dans les œufs des oiseaux, par exemple), ou de sang par un placenta, ou quelque autre cause analogue, ne vienne suppléer au défaut du vitellus. Le fœtus quittant ainsi l'œuf de bonne heure, prendrait la forme de larve. Si telle était la cause de l'état de larve, sa signification serait bientôt trouvée. La métamorphose serait destinée à faciliter et à augmenter la reproduction. En effet, l'œuf d'un animal à métamorphose nécessitant relativement, d'après la théorie de Leuckart, moins de matière plastique, cet animal pourrait avec la même quantité de matière produire un beaucoup plus grand nombre d'œufs. L'embryon devenu libre sous la forme de larve devrait alors chercher à se procurer par son activité propre ces matériaux qui ont manqué à la formation de son œuf. Mais ce n'est malheureusement là qu'une hypothèse à laquelle se laisse faire plus d'une objection. D'abord Leuckart part de la supposition que si la masse de matière plastique du

[1] Ueber Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel, von Rud. Leuckart in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1851.

vitellus n'est pas suffisante le fœtus doit quitter l'œuf, et, plus tard, s'appuyant sur cette supposition comme sur un fait avéré, il en déduit que, puisque des fœtus quittent leurs œufs plus tôt que d'autres, ces œufs sont moins riches en matière plastique. C'est un cercle vicieux. En second lieu il est des embryons qui sortent de l'œuf à une époque où une grande partie du vitellus n'est pas encore consommée, et devenus libres ils absorbent ce vitellus avant de se nourrir d'objets étrangers. Leuckart, il est vrai, répond à cela qu'il peut manquer un sel indispensable à la vie dans cet œuf, et que l'embryon va chercher ce sel dans l'eau; mais c'est encore là une hypothèse qui aurait besoin d'être appuyée de preuves. Enfin, Leuckart n'a pas estimé et ne peut pas estimer la quantité de matière *plastique* des œufs de différents animaux, ce n'est donc encore qu'hypothétiquement qu'il peut admettre que le manque de matière plastique du vitellus soit la cause des métamorphoses. S'il avance que l'œuf des batraciens est relativement plus petit que celui des reptiles écailleux, ce n'est qu'un fait isolé et non probant. En un mot, comme le remarque Cams[1], avant de pouvoir admettre que l'insuffisance de matière nutritive dans les œufs des animaux à métamorphose soit la cause de la naissance prématurée des jeunes, il faudrait avoir la preuve de cette insuffisance.

Leuckart, poursuivant sa théorie, cherche à la faire servir à l'explication de la génération alternante, dans laquelle il ne voit qu'un cas particulier de la métamorphose, et de fait la signification qu'il donne à la métamorphose appartiendrait bien plutôt, ce nous semble, à la métagénèse. En effet, la génération alternante est

[1] Ein Sendschreiben an Herrn Prof Reichert, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1851.

toujours liée à une reproduction asexuelle, et le but de cette dernière pourrait bien être, *en général* tout au moins, la multiplication de la progéniture. Suivant Leuckart, lorsque par quelque cause la génération sexuelle ne suffit pas à assurer la conservation de l'espèce, la génération asexuelle se montre parallèlement à elle et conjointement avec elle. Aussi, comme il le remarque, la génération asexuelle se trouve, en général, chez des êtres inférieurs et à vie de courte durée. On comprend, du reste, qu'une reproduction par gemmes soit plus possible chez des animaux inférieurs, où la masse est à peu près homogène, et où chacune des parties de l'organisme n'a que peu de modification à subir pour devenir semblable à l'organisme entier. Leuckart déduit de cette remarque que les larves, étant inférieures d'organisation aux animaux parfaits, doivent présenter souvent des phénomènes de reproduction asexuelle. Voilà, dit-il, pourquoi les hydres et les tubes pleins de cercaires (leucochloridium, etc.), qui ne sont pour lui que des larves de méduses et de distomes, sont gemmipares.

Il y a une objection à cette dernière idée, c'est qu'une hydre ne se transforme pas *elle-même* en une méduse, et qu'une nourrice de distome ne se métamorphose pas *elle-même* en une trématode. Mais Leuckart pense que ces nourrices, soit larves, s'épuisent par cette reproduction asexuelle et y succombent. Ainsi la génération alternante ne serait qu'un cas particulier de la génération asexuelle, pendant la vie de larve. Une telle opinion simplifierait bien les choses, mais est-elle fondée? Steenstrup[1] pense, contrairement à Leuckart, que c'est la génération asexuelle qui, elle, est

[1] Ueber das Vorkommen des Hermaphroditismus in der Natur, Greisswald.

un cas particulier de la génération alternante, et cette idée nous paraît plus juste. Suivant Steenstrup, la reproduction par gemmiparité, par fissiparité transversale et longitudinale et la superfœtation (il désigne par là la génération des pucerons) ne sont que des formes ou apparences différentes, sous lesquelles la génération alternante se manifeste dans la nature; aucune espèce n'est assujettie exclusivement à un semblable mode de reproduction, mais toutes se rattachent par leurs ancêtres, et par leurs descendants à des êtres formant des œufs et des zoospermes, c'est-à-dire qu'elles restent sous la domination des lois qui régissent la reproduction ordinaire. Cette idée de Steenstrup a jusqu'ici les faits pour elle, puisque peu à peu l'on découvre que toutes les espèces qui se reproduisent asexuellement, se propagent par œufs sous un certain état de leur *vie sériale*[1]. Si les infusoires font exception jusqu'ici, ce n'est point à dire qu'ils ne doivent rentrer un jour sous la loi commune. Déjà Stein, Cohn et d'autres ont observé dans plusieurs cas des conjugaisons ou fusions (*Verschmelzungen*) qui semblent indiquer une fécondation. La génération asexuelle ne nous paraît donc être qu'un cas particulier de la génération alternante.

Reste maintenant à savoir si nous pouvons admettre avec Leuckart que l'état sous lequel les helminthes, les hydroméduses, etc., se produisent asexuellement, soit identifiable avec l'état de larve d'un insecte. Pour que cela fût possible, il faudrait que nous rencontrassions le cas d'une nourrice, de cercaire par exemple, qui se transformerait *elle-même* et dans son entier en un cercaire ou un distome. Alors nous pourrions dire avec Leuckart que la

[1] Nous entendons par là l'ensemble des phases ou générations qui se succèdent entre deux individus homologues, entre deux méduses, par exemple.

nourrice est l'homologue de la chenille, qu'elle est un état du distome, dans le même sens que la chenille est un état du papillon. Mais tant que cette preuve nous manquera, ou bien la nourrice qui donne naissance à un grand nombre de distomes sera pour nous l'homologue de plusieurs larves, et l'œuf qui lui a donné naissance sera l'homologue de plusieurs œufs, ce qui renversait toutes nos idées d'individualité, ou bien la nourrice sera un terme indépendant d'une série, d'un cycle d'individus, commençant par l'embryon sorti de l'œuf, c'est-à-dire par la grande nourrice, et finissant par le distome. C'est cette dernière opinion qui nous semble la plus acceptable. Il est vrai qu'il flotte toujours un nuage un peu mystérieux sur ces séries d'individus différents, dont chacun ne doit réaliser qu'une des formes de l'espèce. Mais au fond il n'y a là rien de plus étonnant que dans les phases d'un insecte, seulement nous y sommes moins habitués. Dans l'un des cas, celui de l'insecte, le même individu est appelé à présenter à différentes époques de sa vie les différentes formes sous lesquelles peut se présenter l'espèce; dans l'autre cas, celui des animaux à génération alternante, ces différentes formes sont représentées par plusieurs individus qui se trouvent entre eux dans la relation de *fils à parent*, au lieu d'échoir à un seul. Pourquoi, dans ce dernier cas, le fils ne ressemble-t-il à pas *son parent*? C'est ce que nous ne pouvons dire, mais à coup sûr c'est moins étonnant que ce ramollissement, cette réduction à l'état pâteux, ce remaniement des organes, s'il est permis de s'exprimer ainsi, qu'une chenille subit dans sa chrysalide pour devenir papillon. Il est possible que quelque terme d'une série puisse manquer dans la succession d'une génération alternante. Carus affirme avoir observé à la fois dans une même

grand'nourrice des nourrices et des trématodes parfaits; on sait également qu'un polype hydraire produit de petits polypes à sa base par gemmiparité durant sa jeunesse, et plus tard des méduses également par gemmiparité à sa partie supérieure. Dans certains cas on a pu expliquer cette anomalie dans l'ordre de succession. Ainsi Stein a observé que les vorticelles enkystées se transforment en acineta lorsqu'elles ont de l'eau à leur disposition, et que ces acineta produisent de jeunes infusoires ovoïdes qui se développent en vorticelles. Mais il a vu que, si l'eau s'évapore, les kystes peuvent supporter la dessication, et que, remis plus tard dans l'eau ils éclatent pour laisser sortir une foule de jeunes individus qui se développent en vorticelles. Ici c'est le manque d'eau qui a déterminé l'absence de la phase acinétiforme. Chez les hydroméduses c'est l'âge qui amène l'absence de la répétition de la phase hydraire. Mais quelle que soit la cause de ces irrégularités le phénomène reste nettement caractérisé.

Maintenant que, par la série de considérations qui précèdent, nous croyons avoir rendu clair le sens du mot métamorphose et celui du mot métagénèse, tentons-en une définition. Nous ne saurions en trouver de meilleure que celle indiquée par Victor Carus[1], définition qu'il rapporte aux mots de *larve* et de *nourrice* plutôt qu'à ceux de métamorphose et de génération alternante. Nous la reproduisons en la modifiant quelque peu :

L'état de larve est une phase du développement d'un animal, caractérisée par l'apparition de dispositions en organes provisoires, phase que l'animal quitte pour entrer immédiatement dans une autre, en perdant ces dispositions ou organes provisoires.

[1] Loc. cit.

L'état de nourrice est une phase provisoire du développement d'un animal pendant laquelle cet animal produit asexuellement de nouveaux germes, destinés à entrer dans la phase suivante; après quoi il meurt lui-même sans passer par d'autres phases.

Dans tout ce qui précède, il est un ordre de phénomènes que nous avons laissé totalement de côté. C'est celui qui concerne la génération des échinodermes. En effet, les échinodermes présentent un mode de reproduction qui semble au premier abord devoir embrouiller de nouveau la question, et qui, comme le dit Jean Müller lui-même, touche à la fois à la génération alternante et à la métamorphose.

Dans un autre passage, Müller déclare que le développement des échinodermes est proche parent de celui du *Monostomum mutabile*, qui, comme nous l'avons vu, se range au nombre des exemples les mieux caractérisés de génération alternante. Cela peut paraître douteux pour ceux qui pensent, avec Leuckart, que la production de nouveaux germes en grand nombre, par voie asexuelle, est un caractère essentiel de la métagénèse. Mais qu'est-ce que ce *grand nombre ?* Un être qui produit asexuellement dix nouveaux germes, ou cinq ou deux, serait classé parmi les nourrices, et un autre, qui n'en produirait qu'un seul, serait exclu de cette catégorie? Assurément une telle distinction serait peu philosophique. Il est impossible que le nombre des germes soit un caractère essentiel. Ce qui doit distinguer une larve d'une nourrice, ce n'est pas que de la première il résulte un seul insecte, un seul mollusque, un seul annelé, et de la seconde plusieurs méduses ou plusieurs helminthes; le véritable critère distinctif réside dans le mode de naissance du nouvel ou

des nouveaux individus. La larve d'un mollusque ou d'un articulé est une larve, parce qu'elle *se transforme elle-même* en mollusque ou en articulé; la nourrice d'un distome est une nourrice, parce qu'*elle donne naissance asexuellement à de nouveaux germes* qui deviendront des distomes, tandis qu'*elle-même n'atteindra jamais cet état.* Nous n'hésitons pas à rapprocher la larve (le mot est consacré) d'un échinus, des nourrices de Steenstrup, parce qu'elle n'est point transformée elle-même en échinus, mais que ce dernier naît asexuellement dans la région stomachale de la larve (*nourrice*) soit *Plutens*, et s'y développe comme un nouvel individu emboîté dans elle; parce que, lorsque l'échinus a atteint un certain degré de son développement, il se débarrasse des bras, de la bouche, de l'appareil natatoire et des autres organes de l'animal enveloppant [1] qui périt par cela même. La larve, soit plutens (*nourrice*), représente une phase du développement d'un échinide, et elle donne naissance à un nouveau germe qui devient le véritable échinide. La même chose peut se dire des bipinnaria dans leur rapport avec les astérides.

Malgré cela, il est impossible de nier que la métamorphose ait sa part dans le développement des échinodermes. Un cercaire, qui se développe dans le corps d'une nourrice de distome, s'y développe aux dépens de la substance de cette dernière, sans utiliser aucun de ses organes. Mais chez les oursins, les ophiures, les astéries, l'échinoderme, en se développant dans une partie latérale de la larve (soit nourrice), enferme en lui l'estomac et l'intestin de celle-ci. Il y a donc ici, ce nous semble, coexistence de la métamorphose et de la métagénèse, malgré l'opinion de Carl Vogt, qui veut en exclure totalement cette dernière [2]. Il est

[1] A l'exception de l'estomac, il est vrai.
[2] *Carl Vogt*, loc. cit.

même curieux de voir comment, chez les échinodermes, la génération alternante cède peu à peu la place à la métamorphose. Les phénomènes de génération alternante qui dominent dans le développement des échinides, des ophiurides et de certains astérides, va diminuant chez d'autres astérides (Echinaster et Asteracanthion) pour se perdre à peu près tout à fait et être complétement remplacé chez les holothurides par la métamorphose. Comme le remarque fort justement Victor Carus, une des différences fondamentales entre la larve et la nourrice, c'est que certains organes sont provisoires chez la larve, et que la nourrice est provisoire tout entière. Chez les échinides, les ophiurides et les astérides, dont les jeunes suivent le type de la bipinnaria, le corps entier du jeune est rejeté comme provisoire, un seul organe (l'estomac avec l'intestin) étant conservé dans l'animal parfait: ce qui permet de rattacher ce jeune plutôt à la catégorie des nourrices. Chez les autres astérides, au contraire, et chez les holothuries, la totalité des organes du jeune individu bilatéral passe, en se métamorphosant, dans l'échinoderme parfait, ce qui semble rattacher ce jeune individu à la catégorie des larves. Chez les premiers, le jeune échinoderme naît comme un être nouveau dans le corps de la nourrice; dans les derniers, il semble plutôt résulter d'une transformation de toute la larve. C'est donc avec raison que Müller peut distinguer, dans le développement de l'holothurie, un état de larve (Larvenzustand) et un état de nymphe (Puppenzustand). Il est au reste à remarquer que les noms des bipinnaria, tornaria, auricularia, etc., n'ont point la même portée que les noms spécifiques des échinodermes. Il en est de même des cercaires, des hydres, etc. Il ne faut employer des expressions comme *Cercaria echinata*, *Hydra tuba*, etc., que

comme une manière plus commode de désigner *la forme cercarienne du distomum pacificum, la forme hydraire de la Medusa aurita*, etc.

L'état de la science n'est malheureusement pas assez avancé pour nous permettre de pousser plus loin nos investigations et d'établir des coupes naturelles dans le développement des animaux inférieurs, comme la disposition du placenta, par exemple, a permis de le faire pour les mammifères. Nous devons, pour le moment, nous contenter de diviser les faits relatifs à la métagénèse, selon certains types de développement esquissés jusqu'ici, comme la reproduction par acineta, la reproduction par polypes hydraires, la reproduction par cercaires, etc., modes de génération qu'on peut considérer comme de grandes divisions de la reproduction par nourrices. Probablement que l'avenir nous permettra de faire entrer en ligne de compte des caractères positifs, et d'établir des distinctions plus véritablement en harmonie avec la marche de la nature. Une division physiologique que nous ne sommes pas encore en état d'établir d'une manière bien tranchée, mais qui fera probablement son chemin par la suite, est celle des animaux à reproduction par enkystement. Il règne encore quelque chose de ténébreux sur ce procédé remarquable, auquel les helminthes trématodes et les infusoires (en y comprenant les grégarines) fournissent leur contingent. Nous ne parlons pas des helminthes cestoïdes, car les kystes des cysticerques et des échinococcus sont d'une nature tout autre que ceux des trématodes ou des infusoires. Ils sont produits par les organes des animaux dans lesquels vivent ces parasites et sont nourris par les artères de ces organes, tandis que les kystes, que nous avons en vue ici, sont produits par une sécrétion de l'animal ou

kysté lui-même. Chez les infusoires, l'enkystement peut, d'après Stein, être attribué à deux causes principales : 1° A l'évaporation de l'eau ou autre cause analogue qui menace la vie de l'infusoire; 2° A la reproduction. Il est maintenant avéré qu'une vorticelle, par exemple, peut être desséchée à l'état d'enkystement, emportée au loin par le vent, et reprendre sa forme primitive lorsqu'elle arrive dans l'eau. Cependant il est probable que la véritable signification de l'enkystement doit être relative à la reproduction, comme nous l'avons vu pour les vorticellines. D'après Cohn les euglena ne pourraient se multiplier que pendant leur enkystement. Mais ces faits ont besoin d'être étudiés avec soin, car l'enkystement des infusoires est si semblable au procédé de germination des protococcus et d'autres végétaux inférieurs, que bien des confusions ont pu et peuvent avoir encore lieu. Soit chez les infusoires, soit chez les spores végétales, se présentent ces phénomènes de cessation de mouvement, de contraction en sphère, de sécrétion d'une enveloppe transparente et résistante. Aussi nous abstenons-nous, tant que le procédé d'enkystement n'est pas mieux connu, d'en juger la portée, de décider s'il est l'analogue de l'état de nymphe des insectes, ou s'il constitue un ordre de phénomènes à part. Qu'on ne se figure pas que cette comparaison des kystes avec les nymphes vienne mettre les trématodes et les infusoires sur le pied des échinodermes, où il y a un mélange intime de la métamorphose et de la métagénèse. Nous l'avons dit, tous les animaux sont soumis à la métamorphose ; une partie d'entre eux est aussi soumise à la métagénèse; mais on peut distinguer dans le développement de ces derniers ce qui tient à l'une et ce qui tient à l'autre. La métagénèse d'un distome consiste en ce qu'une grande nourrice produit asexuel-

lement des nourrices et chacune de celles-ci des cercaires. Mais la transformation de chaque cercaire en un distome est une métamorphose. Chez les échinodermes, il y a quelque chose de différent : il est difficile, pour ne pas dire impossible, de distinguer chez eux ce qui appartient à la métamorphose de ce qui appartient à la métagénèse. C'est une génération mixte.

Arrivés à la fin de ce mémoire, nous pensons bien faire de le résumer en quelques mots, afin de laisser une idée claire et lucide des phénomènes que nous avons tenté d'exposer. Nous plaçons donc ici comme complément les conclusions auxquelles nous sommes arrivés.

L'examen des différents procédés de reproduction et de développement des jeunes, observés chez les animaux inférieurs, nous a amenés à distinguer chez eux les catégories suivantes :

1° Développement par métamorphose, comme nous en trouvons des exemples dans les batraciens, les insectes, les crustacés, les arachnides, les mollusques et une partie des vers.

2° Développement par métagénèse, soit génération alternante ou à deux degrés, comme nous en trouvons des exemples chez les pucerons, les salpes, les helminthes, les hydroméduses (polypes et acalèphes), et les infusoires proprement dits.

3° Développement mixte, dans lequel la métagénèse et la métamorphose coexistent l'une à côté de l'autre, ou plutôt fondues l'une dans l'autre. C'est le cas des échinodermes.

Sur l'électricité des plantes, par le prof. H. Buff [1]. (Communiqué par l'auteur au *Philosophical Magazine* de février 1854.)

M. Pouillet annonça, il y a environ vingt-sept ans, que les plantes, pendant l'époque de leur germination et de leur croissance, communiquaient de l'électricité positive à l'air et de l'électricité négative au sol. Les résultats obtenus par ce physicien furent accueillis dans le temps, avec d'autant plus de faveur, qu'ils paraissaient rendre compte de l'origine de l'électricité atmosphérique. Plus récemment, M. Riess répéta les expériences de M. Pouillet avec des appareils plus délicats, mais n'arriva point aux mêmes résultats que le physicien français. Enfin, il y a environ deux ans, M. Wartmann d'un côté, et M. Becquerel de l'autre, publièrent des observations desquelles il résulterait que les plantes communiquent de l'électricité négative à l'air, et de l'électricité positive au sol; résultats, comme on le sait, complétement opposés à ceux de Pouillet, au moins en ce qui concerne la direction du courant. Le mode d'expérimentation de ces physiciens consistait à mettre en contact avec les portions de la plante dont on voulait déterminer l'état électrique, des fils de platine homogènes communiquant avec un galvanomètre dont on observait les variations. Ce procédé renferme, suivant M. Buff, une

[1] Ce travail a de l'importance comme étant, à notre avis, de nature à trancher une fois pour toutes la question discutée depuis si longtemps, à savoir : si l'acte de la végétation développe ou non de l'électricité. (R.)

source d'erreur qu'il est impossible d'éviter. On sait, en effet, que le platine développe des actions électriques plus ou moins intenses suivant la nature du liquide avec lequel il se trouve en contact. La somme ou la différence de ces actions a dû donc nécessairement modifier la quantité et peut-être aussi la qualité de l'action électrique due à la plante seule. C'est par ce motif que l'auteur ne regarde pas les expériences de MM. Wärtmann et Becquerel, quelque exactes d'ailleurs qu'elles puissent être, comme pouvant trancher la question de savoir, si des plantes pendant leur croissance à l'état normal dégagent ou non de l'électricité.

Pour déterminer sans chance d'erreur l'état électrique d'une plante, il est indispensable que l'appareil qu'on emploie soit de nature à la sortir le moins possible des conditions ordinaires dans lesquelles elle se trouve à son état normal. On sait que les racines des plantes vivaces se ramifient, en général, à travers la terre humide, et que la surface des feuilles, lors même qu'elles ne sont pas mouillées par la pluie ou par la rosée, est cependant hygroscopiquement humide. Sous ce rapport, il a paru nécessaire à M. Buff de se servir de l'eau seule pour établir une communication entre l'appareil électrique et les plantes ou portions de plantes soumises à l'expérience. Dans ce but il a fait usage de l'appareil suivant :

Deux gobelets en verre, dont le fond est recouvert d'un demi-pouce de mercure, sont remplis à peu près complétement d'eau. Deux fils de platine soudés dans des tubes de verre, et dont les extrémités bien amalgamées les dépassaient de quelques lignes seulement, plongeaient dans le mercure; leurs extrémités opposées se trouvaient en communication avec le fil d'un galvanomètre très-sensible. Pour compléter le circuit, il suffit de mettre en commu-

nication l'eau des deux gobelets au moyen d'une bande de papier brouillard humide. L'aiguille du galvanomètre reste d'abord stationnaire; mais si l'on introduit dans l'un ou l'autre gobelet une petite quantité de sel de cuisine ou de sève végétale acide, on détermine aussitôt une déviation notable; puis on rétablit l'équilibre en réchauffant l'eau, ou en mélangeant le contenu des deux gobelets. Une secousse imprimée au liquide, qui produit souvent une action électrique lorsque les fils de platine plongent dans le liquide même, reste sans effet dans le cas actuel, parce que les tubes de verre qui entourent les fils, les mettent à l'abri de toute possibilité d'être humectés inégalement. Lorsque le courant électrique passe à travers le circuit formé par la bande de papier humecté, la surface du mercure, il est vrai, se polarise, mais beaucoup moins que celle de platine, et l'équilibre se rétablit bientôt, soit de lui-même, soit en remuant doucement le liquide avec une tige de verre.

Pour déterminer l'état électrique d'une plante, on mettait celle-ci entre les deux gobelets à la place de la bande de papier, en ayant soin, après chaque essai, de rétablir le circuit au moyen du papier, afin d'être certain, au commencement de chaque nouvelle expérience, de se trouver à l'abri de toute influence étrangère. L'auteur a examiné d'abord un grand nombre de plantes différentes dont les racines trempaient dans de l'eau courante. On faisait plonger les racines ainsi que les fibres qui leur étaient attachés dans l'un des gobelets, et une portion des feuilles dans l'autre. Après avoir noté la déviation de l'aiguille du galvanomètre, l'expérience était suspendue, et dès que l'équilibre était rétabli, on la reprenait en renversant la position de la plante, c'est-à-dire, en faisant plon-

ger les racines dans le gobelet qui auparavant contenait les feuilles. De cette façon le courant, s'il dépendait effectivement d'une action électrique due à la plante, devait nécessairement changer de direction. Il n'en fut point ainsi; la déviation de l'aiguille variait, il est vrai, d'une manière notable, n'étant quelquefois que de quelques degrés seulement; d'autres fois, au contraire, d'un angle considérable; mais elle avait toujours lieu dans le même sens, et annonçait l'existence d'un courant passant à travers la plante, et allant de la racine vers les feuilles.

Les plantes soumises à l'expérience contenaient plus ou moins de sève; étant d'ailleurs de longueur et d'épaisseur différentes, et par conséquent ne présentant pas toutes une surface égale au contact de l'eau, il devait naturellement en résulter des différences dans la résistance offerte au passage du courant électrique. On peut même attribuer en grande partie à cette circonstance l'inégale intensité des courants; dans quelques cas la déviation du galvanomètre pouvait être augmentée en plaçant plusieurs plantes de même espèce les unes au-dessus des autres, dans la même direction.

On peut éprouver de la même manière non-seulement des plantes entières, mais aussi des portions de plante, en plongeant dans l'un des gobelets la portion de la plante où la déchirure a lieu (quelquefois après avoir enlevé l'écorce extérieure), et dans l'autre les feuilles, et souvent même une seule feuille. Le courant va toujours dans le même sens, se dirigeant de la portion déchirée de la plante vers la surface extérieure des feuilles. L'auteur a même remarqué qu'un effet analogue est produit, quoiqu'à un degré moindre, par des branches qui sont restées plusieurs jours dans l'eau ainsi que par des feuilles à moitié flétries.

Lorsque, après avoir mis à nu une portion quelconque de l'intérieur de la plante, on mettait la partie déchirée en communication avec l'eau de l'un des gobelets, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une bande de papier humide, tandis que des feuilles non déchirées appartenant à une partie quelconque de la plante plongeaient dans l'autre gobelet, le courant produit cheminait toujours dans la même direction, depuis la partie déchirée de la plante vers les feuilles.

Deux feuilles de la même plante plongées, l'une dans le premier gobelet, l'autre dans le second, ne produisaient aucun effet, ou au moins pas de courant dont on pût prédire à l'avance la direction. Mais si, après avoir enlevé la surface de l'une des feuilles, on plaçait la partie déchirée en contact avec l'eau, il s'établissait aussitôt un courant cheminant du côté de la feuille saine. Même en établissant une communication entre les deux gobelets au moyen d'une seule et même feuille, il suffisait de gratter légèrement avec un canif l'une ou l'autre des portions plongées pour donner aussitôt naissance à un courant allant de la portion de la feuille entamée vers celle qui ne l'est pas. Les fleurs et les fruits se sont comportés sous ce rapport comme les feuilles vertes. Il en a été de même de la jeune écorce, dont une portion quelconque à l'état sain était constamment électrisée positivement par rapport à la racine, ou à une portion quelconque de la plante dans laquelle on avait pratiqué une entaille ou déchirure.

L'auteur déduit de ses observations la règle générale suivante : *Les racines, ainsi que toutes les portions de l'intérieur des plantes contenant de la sève, sont constamment dans un état d'électricité négative, tandis que la surface humide ou humectée des branches vertes, ainsi que celle*

des feuilles, des fleurs et des fruits, sont au contraire dans un état permanent d'électricité positive.

On sait que l'épiderme qui recouvre les branches et les feuilles fraîches, renferme une substance particulière d'une nature cireuse. Cette substance paraît jouir de la propriété d'interrompre la transmission des liquides acides et salins contenus dans la plante, sans prendre au même degré le pouvoir d'être humectée elle-même, ou de permettre à l'eau de passer à travers son tissu, et aussi de conduire l'électricité. Il se trouve donc toujours entre la surface humide de la plante et les liquides renfermés dans son intérieur, une limite bien tranchée, mais qui n'interrompt pourtant pas leur contact mutuel, et la communication indispensable à la conductibilité électrique. Toutes les conditions nécessaires à une action électromotrice permanente se trouvent donc réunies; et c'est en vertu de cette action, ainsi que nous l'avons vu, que la surface extérieure de la plante devient en entier électrisée positivement, tandis que les parties intérieures, y compris les racines, sont, au contraire, dans un état d'électricité négative.

On aurait pu s'attendre à ce qu'une action électrique de même nature dût être développée lorsque la plante se trouve en contact avec l'eau du sol. Mais il est facile de démontrer que, dans une solution aqueuse composée de couches successives dont la concentration va graduellement en augmentant, la somme des actions électriques développées aux points de contact des différentes couches liquides, est moindre que l'action qui a lieu entre l'eau pure et la plus concentrée de ces couches. Il en résulte que, quelle que soit la nature de la solution, l'eau pure se trouvera électrisée positivement à la limite de la couche la plus concen-

trée. C'est au fond ce qui se passe chez les plantes dans les expériences que nous venons de décrire. L'épiderme, en effet, forme une limite tranchée et permanente entre la sève la plus concentrée qui se trouve immédiatement derrière lui, et l'eau pure qui recouvre sa partie extérieure, tandis que par le moyen des racines la transition a lieu lentement et par degrés insensibles. Il en est de même de la sève qui suinte d'une entaille ou déchirure faite à la plante, et qui se mêle à l'eau environnante, en diminuant toujours de densité à mesure qu'elle s'étend.

Ainsi qu'on devait s'y attendre d'après ce que nous avons dit sur leur origine, les actions électroscopiques provenant de l'électricité des plantes sont excessivement faibles. On ne peut, même en employant le condensateur et l'électroscope à piles sèches, obtenir des charges suffisantes pour pouvoir en attribuer avec certitude l'origine à la plante elle-même. L'auteur, en formant un circuit composé de plantes, a réussi à obtenir des effets de tension plus prononcés. Chaque feuille saine, avec son extrémité coupée, fournit, pour ainsi dire, un élément galvanique, et il suffisait d'en arranger convenablement un certain nombre en série, pour obtenir un circuit galvanique composé. C'est ainsi qu'au moyen d'une batterie de douze feuilles, disposées comme ci-dessus, il a pu obtenir une tension un peu supérieure à la moitié de celle développée par un seul couple de zinc et de cuivre plongé dans l'eau pure.

De la conductibilité des métaux pour la chaleur. Extrait du mémoire de MM. G. Wiedemann et R. Franz. (*Annal. der Phys. und Chemie von Poggend.*, 1853, nº 8.)

§ 1.—Les recherches que M. Despretz a faites, il y a plus de vingt ans, forment encore la base de nos connaissances sur la conductibilité des métaux pour la chaleur[1]. Les ressources que la science possédait alors ne permettaient pas l'emploi d'un procédé à l'abri de toute source d'erreur: pour déterminer les températures en différents points d'une barre prismatique, il avait dû y faire pratiquer des cavités où il plaçait les réservoirs de thermomètres; il est clair que la continuité du corps solide était alors partiellement détruite, et que cela peut influer sur la répartition de la chaleur.

Depuis que M. Despretz a exécuté son important travail, on a trouvé dans les courants thermo-électriques le moyen de mesurer la température d'un corps solide par la simple application du point de soudure de l'élément; on peut donc éviter d'altérer la forme de la barre. Mais ce procédé exige de grandes précautions pour donner de bonnes indications.

M. Langberg a le premier appliqué cette nouvelle méthode à l'étude de la conductibilité. Son but était de montrer le parti que l'on peut tirer des appareils thermo-élec-

[1] Le travail des auteurs était presque achevé quand ils ont eu connaissance de la note sur le même sujet que M. Despretz a communiqué à l'Académie dans la séance du 18 octobre 1852.

triques, plutôt que de chercher à obtenir des déterminations précises et étendues. MM. Wiedemann et Franz ont donc jugé que de nouvelles recherches étaient nécessaires. Ils énumèrent les inconvénients que présente le procédé de M. Langberg, et ils ont cherché à les éviter dans leur appareil, en remplissant les conditions suivantes :

1° Les tiges qu'ils devaient étudier étaient aussi régulières que possible.

2° Elles étaient disposées dans un espace où l'on pouvait faire le vide à volonté.

3° La température de cet espace pouvait être maintenue parfaitement constante.

4° L'élément thermo-électrique avait de très-petites dimensions, afin qu'il enlevât très-peu de chaleur à la tige et qu'il amenât le plus petit changement possible de la température au point de contact.

5° Pour la même raison, l'élément devait être appliqué sur la tige pendant un temps très-court.

6° L'application de l'élément devait être aussi égale que possible sur les différents points de la tige dont on voulait mesurer la température : il fallait que l'étendue de la surface de contact fût toujours la même, et la pression de l'élément sur la tige toujours identique.

7° Le galvanomètre devait présenter beaucoup de précision.

§ 2. — L'appareil était disposé de la manière suivante. Les tiges des différents métaux étaient cylindriques ; leur diamètre était, pour la plupart, de 5mm ; quelques-unes, cependant, étaient un peu plus épaisses. Elles avaient été recouvertes d'une couche d'argent très-mince qu'on y avait déposée par galvanoplastie, afin de rendre semblable pour toutes le rayonnement extérieur.

On plaçait la tige que l'on voulait étudier dans l'axe d'une cloche tubulée en verre, placée horizontalement. La tige s'adaptait par un bout dans la pièce métallique qui fermait la tubulure de la cloche, et par l'autre bout au centre d'un disque en laiton qui fermait hermétiquement la cloche à sa base. Une tubulure latérale, munie d'un robinet, permettait de faire le vide dans l'appareil ou d'y laisser rentrer l'air. La cloche était contenue dans un vase en zinc rempli d'eau maintenue à une température constante (12° C. généralement).

Une des extrémités de la tige, celle à laquelle on devait appliquer la source de chaleur, sortait de la cloche en traversant la tubulure; mais elle restait entourée d'une gaîne en laiton presque de même diamètre qu'elle, et pénétrait ainsi dans un espace où l'on pouvait faire arriver de la vapeur d'eau bouillante.

Occupons-nous maintenant de l'appareil thermo-électrique. Un tube en laiton traversait le disque qui fermait la base de la cloche dans l'intérieur de laquelle il pénétrait parallèlement à la tige. Bien que le tube pût s'enfoncer plus ou moins dans la cloche et tourner autour de son axe, la fermeture était hermétique, car il traversait le disque par une boîte à cuir (*Stopfbüchse*). Les fils du galvanomètre en communication avec l'élément thermo-électrique passaient dans l'intérieur de ce tube, que l'on avait achevé de remplir avec de la cire. — L'élément thermique lui-même était porté sur un ressort d'acier fixé à angle droit sur le tube en laiton, de sorte qu'en faisant tourner celui-ci autour de son axe, la soudure de l'élément venait toucher la tige, ou bien s'en éloignait. — L'élément, formé d'un fil de fer soudé à un fil d'argentane (*Neusilber*) était tendu entre deux petits supports en ivoire fixés au ressort.

Par le mouvement du tube en laiton, il venait se placer tangentiellement à la tige.

Le galvanomètre était formé d'un miroir en acier aimanté suspendu à un fil de cocon ; on mesurait la déviation en lisant par réflexion au moyen d'une lunette les divisions d'une échelle placée à quelque distance. Une pièce de cuivre amortissait rapidement les oscillations, comme dans le galvanomètre de M. Weber.

§ 3. — On chauffait la tige pendant le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre de température : une demi-heure suffisait pour les métaux bons conducteurs ; il fallait un temps plus long, quelquefois trois ou quatre heures, pour des corps moins bons conducteurs. On commençait alors à mesurer les températures en appliquant le fil thermo-électrique sur la tige, de deux en deux pouces ; on commençait par l'extrémité la plus froide, afin que la petite quantité de chaleur enlevée par le contact ne troublât pas l'état d'équilibre des points plus rapprochés de la source de chaleur. Un contact de quatre ou six secondes suffisait pour que le maximum d'effet fût atteint, et que l'on pût opérer la lecture du galvanomètre.

Après une série d'expériences dans l'air, on faisait le vide dans l'appareil et l'on mesurait de nouveau les températures, lorsque le nouvel état d'équilibre était établi. Il est clair que, dans ce cas, le contact du gaz ne refroidissant pas la tige, la conductibilité doit paraître plus grande.

On faisait ensuite rentrer l'air, et l'on faisait une nouvelle série d'observations qui devait s'accorder avec la première.

En étudiant de temps en temps la conductibilité d'une même tige de laiton, qui servait de terme de comparaison, on a reconnu que l'appareil thermo-électrique donne des

indications sensiblement comparables, même après un grand nombre d'expériences.

§ 4. — MM. Wiedemann et Franz donnent les chiffres des expériences qu'ils ont faites sur les métaux suivants : *Argent, cuivre, or, laiton, fer, acier, platine, argentane* (Neusilber), *étain, plomb, alliage de Rose* (1 p. étain, 1 p. plomb, 2 p. bismuth), *bismuth.*

§ 5. — On sait que, si l'on exprime par v_0, v_1 et v_2 les températures de différents points de la barre, situés à des distances égales les uns des autres, quels que soient les trois points consécutifs que l'on choisira, la quantité $\frac{v_0 + v_2}{v_1} = q$ doit être une quantité constante, d'après la théorie analytique de la chaleur, en supposant que le coefficient de conductibilité ne change pas dans les limites de température observées. Ce résultat, au moins pour les métaux bons conducteurs, est très-sensiblement confirmé par les expériences dont nous nous occupons. Il résulte de là que, si l'on multiplie par un nombre déterminé n toutes les valeurs observées, les nouvelles valeurs que l'on obtient doivent donner les températures que posséderaient les mêmes points de la tige, lorsque ses extrémités auraient reçu un excès de température sur le milieu ambiant n fois plus fort. On peut ainsi, en choisissant convenablement le nombre n, obtenir la répartition de la chaleur dans la tige, si l'excès maximum observé eût été 100. MM. Wiedemann et Franz arrivent ainsi à des moyennes comparables entre les différentes tiges, et ils ont construit, d'après cela, des courbes représentant graphiquement la distribution de la chaleur dans leurs tiges. Ils ont trouvé que, relativement à leur conductibilité, les métaux sont disposés dans l'ordre suivant :

Métaux étudiés avec les tiges	
de petit diamètre (5^{mm}).	de plus grand diamètre.
Argent,	Laiton,
Cuivre,	Etain,
Or,	Plomb,
Laiton,	Alliage de Rose,
Fer,	Bismuth.
Acier,	
Platine,	
Argentane.	

§ 6. — On peut aussi, d'après les formules de Fourier, calculer le *coefficient de conductibilité l*, d'après la valeur de ce rapport constant $\frac{v_0 + v_2}{v_1} = q$ pour chaque métal. Mais il faut observer que de très-petites variations de q en produisent de très-grandes sur les valeurs correspondantes de l. MM. Wiedemann et Franz reconnaissent donc qu'il ne faut pas attribuer trop d'importance à ces valeurs, et ils pensent que les courbes sont une meilleure manière de représenter les faits. Ils ont néanmoins calculé ces conductibilités en représentant par 100 celle de l'argent, et ils donnent la préférence aux valeurs obtenues d'après les expériences faites dans l'air, qui présentent les meilleures conditions d'exactitude.

§ 7. — M. Regnault a fait voir que l'intensité du courant galvanique excité dans un élément thermo-électrique, n'est pas proportionnel à l'excès de température du point de soudure sur le milieu ambiant. Il fallait donc faire subir une correction aux résultats obtenus directement. Pour l'obtenir, les auteurs ont pris une tige d'acier de 5^{mm} de diamètre, dans laquelle ils ont fait pratiquer une cavité qui contenait le réservoir d'un thermomètre à mercure très-sensible; on achevait de remplir cette cavité avec du mer-

cure dans lequel le réservoir du thermomètre était baigné. On chauffait plus ou moins cette tige dans l'appareil même qui avait servi aux autres observations ; puis on mettait l'élément thermo-électrique en contact avec elle, à la place où le thermomètre était situé, et on lisait simultanément les indications des deux instruments[1]. On a pu construire ainsi une table de correction de l'appareil thermo-électrique ; elle montre que les mouvements du galvanomètre augmentent un peu plus rapidement que les excès de température. On a calculé, d'après les observations ainsi corrigées, les valeurs de la conductibilité, en représentant celle de l'argent par 100. Elles sont inscrites dans le tableau suivant[2] :

Noms des métaux.	Conductibilités calculées d'après les expériences faites	
	dans l'air.	dans le vide.
Argent	100	100
Cuivre	73,6	74,8
Or	53,2	54,8
Laiton n° 1	23,1	25,0
Laiton n° 2 plus gros diamètre	24,1	23,0
Etain	14,5	15,4
Fer	11,9	10,1
Acier	11,6	10,3
Plomb	8,5	7,9
Platine	8,4	9,4
Argentane	6,3	7,3
Alliage de Rose	2,8	2,8
Bismuth	1,8	

[1] Les auteurs ont reconnu de cette manière qu'à la plus haute température à laquelle ils aient opéré (58°,3 C.), quand on amenait l'élément thermique au contact, le thermomètre à mercure s'abaissait de 0°,7 ou 0°,8.

[2] Nous ferons observer que ces valeurs présentent des diffé-

§ 8. — Une condition importante est de savoir si la conductibilité ne change pas avec la température; cette condition, en effet, est une des hypothèses sur lesquelles les calculs sont basés.

Le fait de la constance du quotient $\frac{v_0 + v_2}{v_1} = q$ chez les métaux bons conducteurs, semble prouver qu'il en est réellement ainsi pour cette catégorie de corps. Cependant, pour obtenir un contrôle direct, MM. Wiedmann et Franz ont repris l'étude d'une tige de cuivre, en opérant de la même manière, avec ce seul changement qu'ils maintenaient l'enceinte à 0° au lieu de 12°. — En comparant cette série avec une de celles qui avaient été faites précédemment, on trouve des différences presque insensibles. On peut en conclure que la conductibilité ne change pas sensiblement entre 0° et 25°.

Quant aux métaux moins bons conducteurs, il semble qu'il en est autrement. Les quotients q, au lieu d'être constants, varient pour l'alliage de Rose entre 3,705 et 3,310, et pour le bismuth entre 5,840 et 4,386. Pour vérifier le fait de cette diminution, les auteurs ont déterminé la conductibilité du verre, et ils ont trouvé aussi des variations du quotient q.

La conductibilité des corps paraît donc diminuer avec l'accroissement de température[1].

rences considérables avec celles que l'on a généralement admises; il est à regretter que les auteurs n'aient pas cherché à expliquer ce désaccord.

[1] Cette conclusion est contraire à celles de la note déjà citée de M. Despretz, qui a trouvé les quotients q sensiblement constants en opérant sur des corps mauvais conducteurs, tels que du marbre, de la pierre lithographique, du bois, etc. Il serait important de rechercher, par de nouvelles expériences, variées entre de plus

§ 9. — MM. Wiedemann et Franz font observer qu'il y a un accord remarquable entre les valeurs qu'ils ont trouvées pour la conductibilité calorifique et celles que M. Riess, M. Becquerel, M. Lenz, etc., ont assignées à la conductibilité électrique. Il n'y a pas plus de différences entre les deux conductibilités que l'on n'en observe entre les valeurs que les différents expérimentateurs ont trouvées pour la conductibilité électrique.

On a avancé contre la possibilité de cet accord qu'une faible addition d'acide augmente considérablement la conductibilité électrique de l'eau, tandis qu'elle n'influe presque pas sur sa faculté de transmettre la chaleur. Les auteurs font très-justement remarquer que, dans ce cas, le passage de l'électricité est lié avec la décomposition chimique. Ils concluent pour les *métaux* seulement que *la conductibilité est presque égale pour la chaleur et pour l'électricité.* L. S.

grandes limites, si la conductibilité de tous les corps varie réellement avec la température comme le présument MM. Wiedemann et Frantz. Il se pourrait fort bien que le défaut d'homogénéité de corps, tels que du bismuth ou de l'alliage de Rose fût la cause de ces perturbations. Ne se pourrait-il pas aussi que l'élément thermo-électrique ne donnât plus des indications exactes avec les corps mauvais conducteurs? Comme nous l'avons dit dans une précédente note, l'application de l'élément produit un abaissement sensible de la température de la tige; nous comprenons que dans les métaux bons conducteurs cette perte soit promptement réparée; mais nous avons quelque peine à croire qu'en quatre ou six secondes l'équilibre puisse être rétabli pour les corps mauvais conducteurs. Si dans ce cas on a dû prolonger le temps de l'application pour atteindre le maximum d'effet (ce que nous ignorons), alors on retombe dans d'autres sources d'erreur que les auteurs ont eux-mêmes signalées.

Considérations sur la coloration rouge des Alpes, par le professeur R. Wolf, de Berne. Extrait des publications de la Société d'histoire naturelle de Berne dans l'année 1852, page 49. (*Annalen der Physik*, 1853, nº 10.)

Afin de jeter quelque lumière sur les diverses changements de couleurs, qui récréent les yeux *avant*, *pendant* et *après* la *coloration rouge des Alpes*, j'entrepris dans les années 1850 et 1851 une série d'observations que je transcris ici exactement d'après le compte rendu de mon journal d'observations, me permettant uniquement d'y joindre, pour éclairer la discussion, les déclinaisons du soleil, et les distances au zénith calculées pour les instants correspondants aux observations.

Date.	Déclinaison du soleil.	Heures des étoiles.	Distance au zénith.	Apparition ou vision.
1850 Nov. 15	−18°47′	19ʰ 48′	88°43′	Légère coloration des Alpes.
		19 58	90 13	Le soleil disparaît; les Alpes bien colorées.
		20 1	90 40	Le couchant pur est orange.
		20 4	91 7	Vers le matin, le contre-crépuscule se montre distinctement; le Wetterhorn s'éteint.
		20 12	92 21	La Jungfrau s'éteint; le contre-crépuscule s'éleva à peu près jusqu'à elle.
		20 15	92 49	Le ciel redevient un peu rouge au-dessous de l'ombre de la terre et par-dessus les Alpes, mais non vers l'est.

Date.	Déclinaison du soleil.	Heure des étoiles.	Distance au zénith.	Apparitions.
1850 Nov. 24	−20°35′	20h 4′	86°58′	Légère coloration des Alpes ; le soleil luit à travers les couches de nuages.
		20 17	88 49	Les montagnes s'éteignent; probablement à cause de l'augmentation des nuages.
		20 20	89 15	Coloration rouge des Alpes les plus élevées.
		20 22	89 32	Le soleil disparaît probablement.
		20 23	89 41	Le Finsteraarhorn resplendit encore un peu.
		20 44	92 48	Magnifique rougeur des couches de nuages au couchant.
Déc. 3	—22,8	20 44	88 29	Le ciel par-dessus les Alpes est orangé ; les Alpes rougeâtres, les monts en avant bleus.
		20 50	89 19	Le soleil disparaît ; le couchant montre seulement de petits nuages et vapeurs.
		20 57	90 19	Le Wetterhorn s'éteint.
		21 1	90 54	Le Schreckorn s'éteint ; l'ombre de la terre a la hauteur du Wetherhorn.
		21 5	91 28	L'Éiger, le Moine et la Jungfrau s'éteignent.
		21 7	91 46	Le Finsteraarhorn s'éteint.
		21 21	93 50	Le ciel est verdâtre par-dessus les Alpes ; celles-ci faiblement rougeâtres.
1851 Janv. 1er	—23,1	23 2	90 27	Les Alpes, après avoir été entièrement éteintes, rougissent de nouveau. Cette seconde coloration se montre d'abord dans les parties basses, et entraîne sur les Alpes les parties ombrées. Le couchant est passablement nuageux.
		23 8	91 18	La Jungfrau s'éteint.
		23 11	91 44	Les Alpes sont de nouveau rou-

Date.	Déclinaison du soleil.	Heures des étoiles.	Distance au zénith.	Apparitions.
1851				geâtres ; vers le soir des places dans le ciel se montrent alternativement colorées en orange et en vert foncé.
Janv. 1er	–23° 1′	23h 27′	94° 4′	Les taches vertes deviennent plus pâles, celles oranges plus rouges.
		23 33	94 57	Les taches vertes s'éteignent, et la coloration décroît.
Janv. 11	–21 49	0 13	93 27	Les Alpes se sont éteintes et sont blanches.
		0 23	94 57	Les Alpes sont redevenues au maximum couleur de chair, non-seulement les cimes, mais toute la masse ; *le ciel à l'ouest* qui montre quelques couches de nuages et brouillards, est *jusqu'au haut du zénith légèrement rougeâtre.*
		0 32	96 20	Les Alpes sont à peine visibles.
Janv. 12	–21 40	23 14	84 28	Les Alpes montrent quelques traces de coloration.
		23 37	87 34	Les Alpes commencent à se colorer.
		23 46	88 49	Le soleil se couche pur, mais à l'ouest il y a quelques couches de nuages et de brouillards ; le Schreckorn est tout foncé, comme dans l'ombre.
		23 58	90 32	Le Hohgant s'éteint.
		0 1	90 58	Le Wetterhorn s'éteint.
		0 2	91 7	L'Altels s'éteint.
		0 3	91 15	L'Eiger et le Moine s'éteignent.
		0 6	91 42	La Jungfrau et le Finsteeraarhorn s'éteignent, et toutes les Alpes paraissent comme recouvertes d'un vêtement gris.
		0 19	93 38	Les Alpes sont blanches.
		0 26	94 41	Le ciel à l'ouest est orange, *il se transforme en rouge vers le zénith.*

Date	Déclinaison du soleil.	Heure des étoiles.	Distance au zénith.	Apparitions.
1851 Janv. 12	−21°40′	0h 29′	95° 9′	Les Alpes sont au maximum couleur de chair.
Févr. 15	−12 42	2 35	86 35	La vallée est bleu violet, les Alpes couleur de chair, le ciel par-dessus jaunâtre.
		2 42	87 41	Les couleurs se conservent et les monts plus en avant entrent dans l'ombre.
		2 49	88 48	Le ciel à l'ouest, où quelque brouillard semble rester, commence à rougir; le soleil est aussi rougeâtre. Tous les monts rapprochés sont dans l'ombre.
		2 58	90 15	Le soleil disparaît; vers l'est se montre un rouge jaunâtre sale.
		3 0	90 34	Le Hohgant s'éteint; le ciel est rouge brun vers l'ouest; le Schreckhorn a seulement quelques points rouges à différentes hauteurs.
		3 3	91 3	Le Niesen s'éteint.
		3 6	91 33	Le Wetterhorn s'éteint.
		3 7	91 42	Le Finsteeraarhorn s'éteint.
		3 8	91 52	L'Eiger et le Moine s'éteignent.
		3 9	92 2	La Jungfrau s'éteint; les Alpes sont grises.
		3 11	92 22	Le gris bleu du Hohgant commence à se détacher du rouge jaunâtre sale; l'Alpe commence à devenir blanche.
		3 15	93 1	La même chose a lieu peu à peu pour les Alpes élevées. Rien de remarquable à l'ouest.
		3 19	93 40	Les montagnes ont de nouveau une légère couleur de chair, environ comme $^3/_4$ d'heure avant le coucher du soleil.
		3 28	95 10	Les Alpes disparaissent; par contre l'occident commence à briller en orange.

Date.	Déclinaison du soleil.	Heure des étoiles.	Distance au zénith.	Apparitions.
1851 Févr. 15	−12°42′	3h 29′	97° 0′	Une bande jaune rougeâtre basse se montre encore vers l'ouest.
		3 49	98 40	Le rouge du soir a disparu jusqu'à une trace pâle.
Mars 1er	—7 38	4 7	88 40	Le Hohgant et toutes les montagnes en avant jusqu'au Niesen d'un beau rouge: les Alpes couvertes; à l'ouest, lignes de nuages; le soleil extraordinairement rouge.
		4 16	90 10	Coucher du soleil. Les nuages dans les Alpes, qui paraissent taillés brusquement à la hauteur du Gurten, sont rouges et violets vers le haut. Les Alpes fortement colorées, et apparaissent au travers des nuages dont elles se débarrassent peu à peu. — L'occident est doré; seulement à l'horizon des vapeurs rouges brun.
		4 20	90 50	Le premier plan est gris bleu.
		4 21	91 0	Le Hohgant s'éteint.
		4 24	91 31	Le Niesen et l'Altels s'éteignent.
		4 25	91 41	Le Hohgant et le Niesen blanc-gris, les nuages par-dessus les Alpes bleus-violets, et par-dessus eux le ciel brun-rouge. Les Alpes n'apparaissent plus au travers.
		4 28	92 11	La Blümlisalp s'éteint. L'occident commence à se colorer.
Avril 6	+6 24	......	.....	Les Alpes assez bien colorées, après le coucher du soleil, pâlissent successivement, et d'après leur étendue simultanément jusqu'à un blanc-rose. Elles ne s'éteignent pas par le haut; toutes les masses paraissent également colorées. L'occident est passablement nuageux.

Date	Déclinaison du soleil.	Heure des étoiles.	Distance au zénith.	Apparitions.
1851 Juin 28	+23°18′	14h 10′	88°54′	Coucher du soleil. Quelques vapeurs vers l'ouest.
		14 20	90 18	Egalement presque éteint du haut en bas; pas d'extinction particulière.
Août 4	+17 16	16 11	89 26	Magnifique coloration; l'horizon à l'ouest et tout le ciel pur.
		16 22	91 7	*Stockhorn* éteint.
		16 25	91 34	La coloration plus faible, mais existe encore dans quelques points plus profonds.
		16 27	91 52	Tout est devenu blanc, non pas par une retraite successive vers la cime, mais en masse il n'y avait pas de possibilité de distinguer l'extinction d'une seule pointe isolément.
		16 30	92 19	Le brun rouge affecte précisément les hautes Alpes; célles-ci en gris.
		16 36	93 13	Les montagnes ont de nouveau leur couleur naturelle.
Oct. 11	—6 59	......	.....	Magnifique coloration. De légères vapeurs à l'ouest, condition pour une extinction normale; les montagnes s'éteignent dans l'ordre suivant: Niesen, Wetterhorn, Schrekhorn, Doldenhorn, Eiger, Moine, Finsteeraarhorn, Altels, Blümlisalp, Jungfrau.

Il semble ressortir de ces observations, que l'on peut distinguer les moments suivants pour chaque parcours normal de la coloration en rouge des Alpes.

1) Lorsque la distance au zénith du soleil est devenue de 85° le chemin des rayons du soleil au travers de l'air

s'est accrue suffisamment pour rendre visible à l'œil nu l'excédant de la lumière rouge qui passe au travers ; les montagnes commencent à se colorer légèrement en rouge. La distance au zénith est-elle devenue d'environ 88°, les parties plus basses deviennent bleu violet, pendant que les Alpes commencent à se rougir, et cet effet s'accroît jusqu'à ce que la distance au zénith soit devenue de 91°, c'est-à-dire jusqu'au passage apparent à l'horizon libre (retardée par la réfraction).

3) Maintenant la coloration rouge se retire vivement sur les plus hautes pointes des Alpes, et quand la distance au zénith est devenue d'environ 92°, celles-ci s'éteignent aussi, pendant que le contre-crépuscule a disparu en partie des Alpes plus basses.

4) Comme le contre-crépuscule s'est aussi détaché des hautes Alpes à peu près à 93° $^1/_4$ de la distance au zénith du soleil, le blanc gris des champs de neige et des glaciers commence à passer au blanc pur.

5) Encore un peu plus tard, à peu près à 94° de distance au zénith, les Alpes se rougissent chaque fois tout à fait légèrement, cependant quelquefois encore très-fortement ; les effets de lumière de l'occident concourent convenablement à cet effet, de sorte que l'on voit en quelque manière une *recoloration*. Celle-ci est, comme *Kämtz* (Météorogie, III, 65) le déclare, facile à expliquer par les rayons rouges que réfléchit l'atmosphère (Comparez, par exemple, les observations des 11 et 12 janvier.)

6) En même temps, comme la coloration du couchant devient plus intense, cette deuxième coloration des Alpes diminue, et lorsque la première a atteint son maximum d'environ 95° de distance au zénith, les Alpes ont déjà presque disparu dans leur propre crépuscule. Une deuxième

coloration *apparente*, qu'il faut bien distinguer de la recoloration mentionnée ci-dessus, comme, par exemple, dans l'observation du 1er janvier, provient d'une interruption momentanée de la coloration propre, comme cela arrivera chaque fois que le soleil étant entre 88° et 90° de distance au zénith, passe quelques minutes derrière une épaisse couche de nuages, circonstance qui, faute d'avoir été appréciée, peut avoir induit en erreur un observateur dont la vue ne pourrait s'étendre vers l'ouest.

Sans m'engager plus avant dans une discussion sur ces observations que je compte reprendre une fois, si j'en ai l'occasion, je crois devoir rendre attentif à ce fait, que non-seulement l'état de l'atmosphère vers l'horizon ouest, mais surtout la configuration du terrain qui limite l'horizon paraît être d'une grande influence sur le phénomène qui vient de nous occuper, comme cela ressort de la comparaison faite pour les couchers du soleil entre ses déclinaisons et ses distances au zénith, dans des jours différents au moment de l'apparition de ces phénomènes.

[1] Les observations de M. Wolff me paraissent confirmer tout à fait l'explication que j'avais donnée en 1837 du phénomène de la seconde coloration du Mont-Blanc (*Bibl. Univ.*, 3me série, 1839, tome XXIII, p. 383 et tome XXIV, p. 200), que j'avais attribuée à l'effet de la réflexion dans les régions supérieures de l'atmosphère, des rayons du soleil après qu'il est au-dessous de l'horizon visible de l'observateur. (A. D. L. R.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

46. — NOTICE SUR JEAN-BAPTISTE CYSAT, ASTRONOME DE LUCERNE, par M. le professeur Rodolphe WOLF.

Il a été déjà fait mention, à plusieurs reprises, dans la *Bibl. Univ.* de l'intéressante publication scientifique de la Société bernoise des naturalistes, qui a lieu depuis 1843, par numéros détachés, sous le titre de *Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern*, et dont M. Wolf, secrétaire de cette société, est le principal rédacteur. C'est dans ce recueil, formant chaque année un petit volume in-8°, que sont insérées, en entier ou par extraits, les communications faites à cette société par MM. Brunner père et fils, Studer, de Fellenberg, May de Rued, etc. etc., et que se trouvent consignés en détail les résultats des observations de M. Wolf sur les taches du Soleil, les météores lumineux, la lumière zodiacale et les divers autres phénomènes célestes qu'il observe occasionnellement[1]. M. Wolf y publie aussi des extraits de la correspondance inédite entretenue dans le siècle dernier, par divers savants, avec le célèbre Albert de Haller, et il s'y trouve, entre autres, quelques lettres écrites en français par Micheli du Crest, Charles Bonnet et Horace-Bénédict de Saussure[2]. Enfin M. Wolf y insère, sous le

[1] D'après les observations des taches du Soleil faites par M. Wolf en 1853, et dont un extrait a paru aussi dans le n° 892 des *Astr. Nachr.*, on voit que cette année se rapproche d'une époque de *minimum* de taches, époque que M. Wolf annonce pour 1855 ou 1856. Mais, contrairement à ce qui s'est passé dans les années voisines des époques analogues de 1833 et de 1843, il y a eu jusqu'à présent très-peu de jours d'observations où le soleil ait paru sans taches; M. Wolf n'en a compté que 2 en 1853, sur 263 jours d'observations.

[2] Le volume pour 1848 renferme, page 158, une lettre de Bonnet, de 1773, où l'on trouve quelques détails extraits d'une lettre de de Saussure, sur de singuliers effets, observés par ce dernier, d'une décharge d'élec-

titre de Notices pour servir à l'histoire des mathématiques et de la physique en Suisse, divers documents et renseignements sur la vie et les travaux des savants de ce pays-là. C'est ainsi qu'il a donné quelques détails sur Euler, Lambert, les Bernoulli, et sur l'habile mécanicien et astronome Juste Byrge ou Joost Bürgi, né en 1552 dans le Tockembourg, actuellement canton de Saint-Gall. — Le volume des *Mittheilungen* pour 1851 renferme une notice détaillée et très-bienveillante sur notre savant compatriote le professeur de mathématiques Simon Lhuilier. Celui de 1853 contient un article biographique, dont je vais extraire quelques détails, sur l'astronome Jean-Baptiste Cysat, né à Lucerne vers 1586, et connu particulièrement par ses observations sur la comète de 1618.

Cysat était le huitième des quatorze enfants qu'avait eus son père, historien et chancelier de la ville de Lucerne. Il entra, vers 1603, dans l'ordre des jésuites, et alla, en 1611, étudier à Ingolstadt, sous le père Scheiner, astronome célèbre, comme étant un des premiers qui ait constaté l'existence de taches sur le disque du Soleil. Cysat a été cité comme témoin par Scheiner, dans son débat de priorité sur ce point avec l'illustre Galilée. Il apprit aussi de Scheiner l'art de construire les lunettes astronomiques, et il en envoya une à son père, à Lucerne, en 1613, coûtant un ducat.

Cysat aurait vivement désiré être envoyé en mission aux Indes, mais son vœu ne fut pas exaucé; il fut choisi pour succéder au P. Scheiner dans la chaire de mathématiques à Ingolstadt, et put alors se livrer aux observations astronomiques. Il publia dans cette ville, en 1619, celles qu'il fit sur la comète qui avait paru l'année précédente, dans un petit volume in-4°, ayant pour titre : *Mathemata astronomica, de loco, motu, magnitudine et causis Cometæ, qui, sub finem anni* 1618 *et initium anni* 1619, *in cœlo fulsit, etc.* Le célèbre Bessel, dans le calcul qu'il a fait, en 1805, des éléments paraboliques de cette comète, a employé trente et une positions de cet astre déterminées par Cysat, et seulement onze de celles obtenues par Harriot et Snellius.

tricité atmosphérique au milieu d'une nombreuse assemblée réunie dans une maison de Naples.

L'ouvrage de Cysat que je viens de citer, renferme aussi une description graphique du système du monde, qui présente deux traits assez remarquables. Le premier est que, outre les quatre satellites de Jupiter, qui avaient été découverts quelques années auparavant, on y trouve mentionnés deux satellites à Saturne. Or, on admettait jusqu'à présent que la découverte du premier satellite de Saturne avait été faite par Huygens en 1655, et celle du second, par Dominique Cassini, en 1671. Le second trait digne de remarque dans la description de Cysat, est la mention qu'il y fait d'un amas d'étoiles, situé vers l'épée d'Orion, et ressemblant à un nuage lumineux : ce qui montre qu'il avait déjà reconnu la belle nébuleuse d'Orion, dont on attribuait la première découverte à Huygens, en 1656.

Cysat fut rappelé à Lucerne en 1624, en qualité de recteur, et s'y concilia par son dévouement à ses fonctions un haut degré d'estime. Il fit un voyage en Espagne dans l'année 1627, observa, en 1628, une éclipse de Soleil à Barcelonne, et obtint, pour la latitude de cette ville, une valeur de 41°30′, un peu plus grande que celle d'environ 41°22′ 1/2 obtenue plus tard par Méchain. Il retourna ensuite à Ingolstadt et résida quelque temps à Inspruch, où il exerça encore les fonctions de recteur. C'est là qu'il observa avec succès, à l'aide de ses lunettes, le passage de la planète Mercure sur le disque du Soleil du 7 novembre 1631, passage que Kepler avait, pour la première fois, annoncé à l'avance. Il revint plus tard à Lucerne, et y travailla encore activement à la rédaction de divers ouvrages écrits en latin. M. Wolf donne le titre de deux d'entre eux, qui sont restés inédits, et dont la publication aurait probablement offert de l'intérêt. L'un est relatif à l'œuvre poursuivie dans le monde par la divine Providence, à travers les siècles ; l'autre avait pour objet les voyages des trois mages d'Orient, qui se rendirent à Bethléem, à l'époque de la naissance de notre Sauveur.

Cysat mourut à Lucerne, le 3 mars 1657, dans sa soixante et onzième année. M. Wolf remarque que, si on ne lui a pas élevé de monument dans sa ville natale, son nom a servi à Riccioli à désigner une des montagnes de la Lune ; et que sept autres savants

suisses, Bernoulli, Euler, Lambert, de Luc, Oken, Piazzi, Pictet et de Saussure, ont obtenu plus tard le même honneur, sur la grande carte de la Lune publiée par MM. Beer et Mædler.

A. G.

---

47. — Sur les comètes de l'année 1853[1].

Il y a eu cinq comètes observées l'année dernière, et quelques-unes d'entre elles ont présenté des circonstances assez remarquables.

La première a été découverte à Rome, le 6 mars au soir, par M. le professeur Secchi, dans la constellation du Lièvre, assez près de β d'Orion ; elle a été trouvée aussi le 8 mars à Moscou et à Cambridge en Amérique, par MM. Schweizer et Tuttle, et le 10 à Leipzig par M. Hartwig. Cette comète télescopique était assez lumineuse ; le diamètre de sa nébulosité était de 5 à 8 minutes de degré, et sa partie la plus brillante avait un petit noyau dans son intérieur ; quelques astronomes, et M. Secchi entre autres, y ont même distingué plusieurs petits points lumineux. Cet astre avait déjà passé à son périhélie le 24 février, mais il avait alors une déclinaison australe d'environ 56° ½. Il s'est éloigné rapidement de la Terre depuis son apparition, et il n'a été observé en Europe que jusqu'au 30 mars. Plusieurs astronomes ont calculé les éléments de l'orbite parabolique de cette comète. D'après ceux obtenus par M. d'Arrest, sa distance périhélie est de 1,09 en prenant pour unité la distance moyenne de la Terre au Soleil; son mouvement héliocentrique a lieu dans le sens *rétrograde*, ou en sens contraire de celui suivant lequel se meuvent les planètes, et l'inclinaison du plan de son orbite, relativement au plan de l'écliptique, est d'environ 20°20′. Ces éléments ont une analogie éloignée avec ceux d'une comète observée en 1664.

La seconde comète de 1853 a été découverte le 4 avril, vers 3 heures du matin, à Moscou, par M. le docteur Schweizer, à environ 1° ½ au Sud de l'étoile ρ de l'Aigle. Elle était alors télescopique, ronde, sans queue, et l'on voyait briller parfois un noyau dans

[1] Voyez, à la fin de ce cahier, l'annonce de l'apparition d'une nouvelle grande comète.

sa nébulosité, dont le diamètre était d'environ 3 minutes de degré. M. Charles Bruhns, aide-astronome à l'observatoire de Berlin, a calculé, d'après trois observations faites du 14 au 24 avril, des éléments du mouvement parabolique de cette comète, insérés dans le nº 864 des *Astr. Nachr.*, d'où il résulte qu'elle a passé le 9 mai à son périhélie, à une distance du Soleil d'environ $^{9}/_{10}$ de la distance moyenne de la Terre à cet astre ; son mouvement est *rétrograde* et l'inclinaison de son orbite est de 57° $^{3}/_{4}$.

M. Maclear a fait à l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance, du 1er mai au 11 juin, une belle série d'observations de cette comète, qui a été publiée dans le nº de novembre 1853 des *Notices mensuelles* de la Société astronomique de Londres, et qui sera précieuse pour la correction des éléments de cet astre. Ces observations ont été faites avec un équatorial de 8 $^{1}/_{2}$ pieds de longueur focale, auquel est adapté un mouvement d'horlogerie, et dont la lunette est munie d'un micromètre à fils d'araignée, auquel s'applique un grossissement linéaire de 123 fois. Au commencement de mai, cette comète présentait au Cap une queue de 3 $^{1}/_{2}$ à 4 degrés de longueur, avec une courbure parabolique près de la tête, dont la convexité était tournée vers le Sud. Cette tête, distinctement parabolique, semblait plongée dans une queue très-diffuse et plus étendue. Le noyau brillait alors comme une étoile de cinquième grandeur. Avec de forts grossissements, la comète se présentait en forme d'éventail dans la direction de la tête. Vers la fin de son apparition, elle ne paraissait plus que comme une nébuleuse de forme ovale, légèrement condensée vers son milieu.

La troisième comète de 1853 a été la plus brillante, et c'est celle qui a excité l'intérêt le plus général. Elle a été découverte dans la nuit du 10 au 11 juin par M. Klinkerfues, aide-astronome à l'observatoire de Gœttingue. Elle était alors télescopique, très-faible de lumière, et présentait déjà, cependant, une queue de trois à quatre minutes de longueur. Elle s'est dès lors rapprochée du Soleil et de la Terre, elle a augmenté d'éclat et est devenue visible à l'œil nu au mois d'août, du côté de l'Occident, peu après le coucher du soleil ; sa queue, très-lumineuse alors, a atteint vers cette époque une

dixaine de degrés de longueur. M. le professeur Plantamour a publié, soit dans le cahier de septembre de la *Bibl. Univ.*, p. 60, soit dans le n° 875 des *Astr. Nachr.*, les observations qu'il a faites de cette comète à Genève, du 8 juillet au 27 août. Elle a passé à son périhélie le 1er septembre, à une distance du Soleil d'environ $^3/_{10}$ de celle de la Terre au Soleil; son mouvement est *direct* et l'inclinaison du plan de son orbite est d'environ 61° $^1/_2$. M. d'Arrest, l'un des astronomes qui ont déjà calculé ses éléments, ne croit pas qu'on puisse, d'après les observations faites dans le nord de l'Europe, arriver à une orbite elliptique.

Un des traits les plus curieux qu'a offerts cette comète, c'est qu'elle a pu être observée *de jour*, avec de fortes lunettes, soit en Allemagne, soit en Angleterre. Ce n'est pas le premier cas qui ait eu lieu d'observation de ce genre, mais ces cas sont encore fort peu nombreux. M. Jules Schmidt, astronome attaché à l'observatoire particulier de M. E. d'Unkrechtsberg, prélat à Olmütz, dans la Moravie autrichienne, a réussi à observer de jour la comète Klinkerfues, du 30 août au 4 septembre, soit avec une lunette parallactique de cinq pieds de longueur focale, soit avec la lunette d'un cercle-méridien, en plaçant devant l'objectif de ces lunettes un tuyau noirci d'au moins quinze pouces de longueur; et le n° 878 des *Astr. Nachr.* renferme un compte rendu détaillé de ses observations pendant ces cinq jours. Le n° 883 du même journal contient la suite du travail de M. Schmidt sur cette comète, et je vais en extraire quelques détails sur les particularités qu'elle a présentées pendant son apparition.

Divers observateurs ont aperçu, dans la partie la plus condensée de cette comète, quelques points lumineux distincts, très-rapprochés les uns des autres, comme Cysat en avait déjà remarqué pour la comète de 1618, et comme nous avons vu plus haut que cela a été observé aussi sur la première comète de 1853. Le nombre de ces points lumineux était de trois à huit, suivant M Schmidt, en employant un grossissement de 300 fois; ils étaient toujours difficiles à voir, et, depuis le 12 août, cet astronome n'a pas pu les distinguer nettement. C'est depuis le 3 août qu'il a commencé à aperce-

voir la comète sans lunette, et le 15, on la voyait ainsi, malgré la pleine Lune. Son noyau, très-brillant, avait une couleur jaune doré. Depuis le 15, il y a eu une éruption de matière lumineuse, émanant du noyau et se repliant vers la queue, analogue, quoique moins considérable, à celle qui a été observée en 1835 dans la comète de Halley. La partie antérieure de la queue paraissait alors en forme de manteau brillant, de couleur jaune rougeâtre, avec des bords de forme parabolique. A mesure que l'éruption augmentait, le noyau paraissait se rapprocher du bord extérieur de l'enveloppe nébuleuse. Le 28 et le 30 août, le noyau était placé tout à fait excentriquement, relativement au contour extérieur de la chevelure. M. Schmidt a trouvé, à l'aide de lunettes munies de micromètres, la longueur de la queue de trois à quatre minutes de degré du 26 juin au 13 juillet, et ensuite d'environ huit minutes jusqu'à la fin de juillet. Dès lors, sa longueur a augmenté assez rapidement; elle était d'environ 2 degrés vers le 22 août, époque où l'on a commencé à évaluer cette longueur à la vue simple, et vers le 28 août, elle était de 12 degrés $^1/_2$. L'éclat du noyau était, à la première époque, comparable à celui d'une étoile de huitième grandeur; il s'est accru ensuite graduellement jusqu'à devenir, vers le 26 août, égal à celui d'une étoile de seconde grandeur. Dans les premiers jours de septembre, il était comparable à celui de Sirius, et l'effet général de la tête de la comète, si on l'avait vue alors de nuit, aurait probablement égalé ou même surpassé l'éclat de Jupiter. Vue de jour, à travers les lunettes, elle paraissait comme une simple nébulosité blanche, très-condensée, d'environ quinze secondes de diamètre, sans aucune trace d'expansion ou de queue. M. Hartnup, directeur de l'observatoire de Liverpool, qui a observé aussi cette comète de jour, le 3 septembre, avec un équatorial muni d'un objectif de 8 $^1/_2$ pouces de diamètre, l'a décrite comme ayant alors une apparence planétaire, et présentant un noyau rond et blanc bien distinct, d'environ neuf secondes de diamètre, sans trace de queue (voyez la *Feuille mensuelle* de la Soc. astr. de Londres du 11 novembre 1853, p. 12).

M. Schmidt a cherché à déterminer, aussi exactement que pos-

sible, le diamètre du noyau de la comète, en y employant un micromètre filaire non éclairé, avec un grossissement de 65 fois, et en effectuant ses mesures dans le crépuscule du soir. La valeur ainsi obtenue de la masse nébuleuse centrale la plus brillante, a été de quatre secondes de degré, par une moyenne de dix mesures effectuées du 16 août au 1er septembre. M. Schmidt évalue le noyau solide, si tant est qu'il en existe dans cette comète, au quart de cette valeur seulement. En tenant compte de la distance de la comète à la Terre, cela correspondrait à un diamètre effectif du noyau d'un 17e de celui de la Terre, ou d'environ 168 lieues de 25 au degré, et M. Schmidt croit encore cette valeur trop grande.

Cet astronome s'est attaché aussi à déterminer la direction de la queue, et ses déviations de part et d'autre du prolongement du rayon vecteur mené du Soleil à la comète. Il a trouvé, vers le 23 août, une déviation d'environ 1° $^2/_3$ qui, après avoir momentanément changé de direction, d'une petite quantité seulement, s'est accrue successivement jusqu'à dépasser 6°, le 30 août, dans le sens primitif: comme si la queue, dans ses oscillations, était, par un effet de résistance, fort limitée dans le sens du mouvement de la comète, et l'était moins dans le sens contraire. Mais l'auteur de ces observations convient qu'elles ont besoin d'être multipliées, avant qu'on puisse en déduire des conclusions dignes de confiance.

Enfin M. Schmidt a fait, un peu tardivement, quelques essais sur la polarisation de la lumière de cette comète, à l'aide de deux cristaux de tourmaline qu'il faisait tourner l'un devant l'autre. Lorsque après avoir placé les deux tourmalines dans la position où la comète, vue à travers ces plaques cristallines, paraissait le plus lumineuse, on faisait tourner une des plaques sur l'autre : si la lumière de la comète lui eût appartenu en propre, le champ de vision devait s'obscurcir, par le fait de cette rotation, mais la comète aurait dû conserver sa clarté et paraître même plus brillante par l'effet du contraste. Or, cela n'a point eu lieu ainsi, dans les expériences de ce genre qui ont été faites du 26 au 30 août ; la lumière de la comète s'est tellement affaiblie dans certaines positions de l'une des tourmalines, qu'elle a presque disparu. On peut con-

clure de là qu'au moins la plus grande partie de la lumière de cette comète est une lumière empruntée. L'auteur accorde, cependant, peu de poids à ces essais, qu'il regarde comme assez imparfaits.

La quatrième comète de 1853 a été découverte dans la nuit du 11 au 12 septembre, à l'observatoire de Berlin, par M. Bruhns, dans la constellation du Lynx, très-près des étoiles *k* et *i* de la grande Ourse. Elle paraissait alors dans les lunettes comme une nébuleuse assez étendue, ayant au premier abord l'aspect d'un amas d'étoiles. M. Bruhns, favorisé par le temps, vers l'époque de sa découverte, a pu observer cette comète cinq nuits de suite, et a déduit immédiatement des positions qu'il a obtenues les 11, 13 et 15 septembre, de premiers éléments approchés de son orbite parabolique, qu'il a publiés dans une lettre, en date du 17 septembre, insérée dans le nº 875 du *Journal astronomique* d'Altona, et accompagnée d'une éphéméride des positions de cet astre en septembre et octobre. M. d'Arrest l'a observé aussi à Leipsic, et en a calculé des éléments qui se rapprochent beaucoup de ceux de M. Bruhns. Le passage de cette comète à son périhélie a eu lieu le 16 octobre, sa distance périhélie est d'environ 0,173 en prenant pour unité la distance moyenne de la Terre au Soleil, son mouvement est *rétrograde*, et l'inclinaison du plan de son orbite est d'environ 61°. Les éléments de cette orbite ont quelque ressemblance avec ceux de la comète de 1582, qui a été observée par Tycho-Brahé. M. d'Arrest a recalculé à cette occasion ces derniers, et il trouve une assez grande concordance, sauf pour les longitudes du périhélie, qui diffèrent notablement.

M. d'Arrest a figuré, dans le nº 880 des *Astr. Nachr.*, l'aspect assez singulier qu'avait la comète de Bruhns le 30 septembre. Le diamètre de sa tête était d'environ cinq minutes de degré, et présentait un noyau, entouré d'un grand nombre de petits points lumineux et d'une chevelure arrondie. Du centre de la comète sortait une petite queue, beaucoup moins large que la tête, et dont M. Bruhns évalue la longueur à 15 minutes du 23 au 30 septembre. Depuis le 21 septembre, la comète avait l'éclat d'une étoile

de cinquième à sixième grandeur et était, par conséquent, visible à l'œil nu. Le 3 octobre au matin, son degré de lumière était celui d'une étoile de troisième à quatrième grandeur, et sa queue avait environ un degré d'étendue. Son rapprochement du Soleil n'a plus permis de l'observer depuis le 7 octobre : mais M. d'Arrest avait annoncé qu'elle redeviendrait visible en novembre, après son passage au périhélie, et avait donné une éphéméride de ses positions à cette époque. MM. Bruhns, Colla, Schmidt, Oudemans et d'Arrest ont, en effet, retrouvé cette comète, vers la fin de novembre, près de δ du Serpent, conformément à l'éphéméride de ce dernier. D'après une lettre en date du 16 janvier, que j'ai reçue de M. Colla, la comète, à l'époque où elle a été retrouvée, était d'une faiblesse extrême, sans noyau et sans trace de queue. Vue à travers une lunette de Lerebours de quatre pouces d'ouverture, avec un grossissement de 100 fois, elle ne présentait qu'une très-petite nébulosité, de 2 à 4 minutes de diamètre, de figure irrégulière, d'intensité lumineuse uniforme, avec quelque apparence de scintillation par intervalles. M. Colla l'a suivie du 29 novembre au 3 décembre ; à cette dernière époque, on n'y apercevait plus de scintillation. M. Bruhns a calculé de nouveaux éléments de l'orbite de cette comète, en y faisant entrer sa position observée le 2 décembre (voyez *Astr. Nachr.*, n° 890) : mais ces derniers calculs ont très-peu changé les valeurs obtenues précédemment, et il paraît, en conséquence, que la parabole représente suffisamment bien les observations de cette comète.

Enfin, la cinquième comète observée en 1853 a été découverte à Gœttingue, le 2 décembre au matin, par M. Klinkerfues, dans la constellation de Persée. Mais il paraît qu'elle avait été reconnue dès le 25 novembre, à Newark dans l'Etat de New-York en Amérique, dans la constellation de Cassiopée, d'après une lettre de M. Gould, insérée dans le n° 891 des *Astr. Nachr.* et où le nom de la personne qui l'a trouvée n'est pas indiqué.

Cette comète était petite, ronde, claire et avait un mouvement apparent rapide. MM. Bruhns et Oudemans en ont promptement calculé des éléments approchés, publiés dans les n°s 889 et 891

des *Astr. Nachr.* D'après ces éléments, qui sont bien d'accord entre eux, cette comète a dû passer à son périhélie le 4 janvier 1854, ce qui fait qu'on peut la regarder comme étant la première de l'année actuelle ; sa distance au soleil était alors d'environ un cinquième de celle de la Terre, son mouvement est rétrograde, et l'inclinaison de son orbite est d'environ 66°. Sa lumière a diminué rapidement depuis le 2 décembre, en sorte qu'elle n'aura probablement pas pu être suivie longtemps. M. Hornstein, astronome à Vienne, l'a vue le 30 décembre, ayant une queue de quelques minutes de longueur (*Astr. Nachr.* n° 892, p. 61). M. Bruhns a publié dans le numéro suivant du même journal une observation de cette comète faite le 12 janvier ; MM. Klinkerfues et Colla l'ont observée le 18 au soir, comme une très-faible nébuleuse, de figure irrégulière. M. Hornstein l'a vue encore le 26 janvier, avec une légère trace de queue.

En terminant cette notice sommaire sur les dernières comètes, je dirai quelques mots d'un article publié dans le n° de janvier 1854 des *Monthly Notices* de la Société royale astronomique, relatif à d'anciennes observations de Hooke sur les comètes de 1680 et de 1682.

L'auteur de cet article a trouvé, dans les œuvres posthumes de ce savant anglais, des observations curieuses sur les éruptions de matière lumineuse, sortant du noyau de la comète, que lui ont présenté ces deux grandes comètes, et qui sont analogues à celles observées sur les comètes de 1744, de 1835 et, plus récemment, sur la troisième de 1853. Il s'agit de ces espèces de secteurs lumineux, émanant d'abord du noyau de la comète du côté du soleil, et se repliant ensuite promptement en arrière du côté de la queue, comme par l'impulsion d'une force dont l'intensité serait considérable. Hooke a observé ces émanations lumineuses, ainsi que leurs fréquentes oscillations, principalement sur la comète de 1682, qui est la comète dite de Halley, dont la réapparition, vers la fin de 1835, a donné lieu, entre autres, à un intéressant travail de l'illustre Bessel sur sa constitution physique, inséré dans les n°s 300 à 302 des *Astr. Nachr.*, et dont un extrait a paru dans le cahier d'avril

1836 de la *Bibl. Univ.* Hooke estime que la vitesse avec laquelle les particules lumineuses de cette comète semblaient se mouvoir, en 1682, de la tête vers la queue, est comparable à celle de l'éclair. Sir John Herschel, dans une note jointe à ses observations de cette même comète faites au Cap de Bonne-Espérance en 1835, a remarqué, qu'en joignant à la conception ordinaire d'un noyau cométaire gravitant autour du soleil, celle d'une excitation électrique dans la matière de la queue, du même genre que la charge électrique permanente qu'on suppose résider aussi dans le Soleil, on satisfait en grande partie aux conditions du problème les plus essentielles. «On ne peut douter, ajoute-t-il, que la chaleur du Soleil au périhélie ne vaporise une portion de la matière cométaire. L'idée qu'une telle vaporisation coïncide avec une séparation des deux électricités, le noyau devenant négatif, par hypothèse, et la queue positive, s'accorde avec divers faits physiques. Les circonstances de cette vaporisation, telles qu'elles se sont présentées pour la comète de Halley, étaient très-favorables à une telle séparation. La matière de la queue semblait émise par des jets et des courants violents, émanant d'orifices ou de fissures de la partie antérieure du noyau; et des expériences récentes ont montré qu'un tel état de choses produit une puissante excitation électrique.» A. G.

PHYSIQUE.

48. — Sur l'économie du chauffage ou du refroidissement des batiments par le moyen des courants d'air. (Communiqué à la *Glascow Philosophical Society*, 15 novembre 1852, par le professeur W. Thomson.)

On a considéré jusqu'ici que le chauffage le plus économique possible au moyen de courants d'air serait réalisé si l'on parvenait à employer toute la chaleur d'un foyer à réchauffer l'air. Le but de cette communication est de faire voir comment on peut dépasser cette limite, et obtenir par des moyens mécaniques, et même sans feu, des courants d'air chaud, ou bien des courants d'air froid qui pourraient avoir une grande utilité dans les pays chauds. Il faut,

pour y arriver, prendre de la chaleur aux corps environnants pour la donner à l'air, ou bien faire enlever de la chaleur à l'air par les corps avec lesquels il est en contact.

Voici une disposition que propose M. W. Thomson. On met l'appareil en mouvement au moyen d'une machine à vapeur, d'un courant d'eau, en un mot, d'une force quelconque. L'appareil même consiste en deux cylindres munis de pistons, de soupapes et ressemblant à ceux d'une machine à vapeur. L'un des deux, le *cylindre d'entrée* est destiné à pomper l'air extérieur et à l'introduire dans un grand réservoir : l'autre, le *cylindre de sortie*, vient puiser l'air dans le réservoir, et le refoule dans les pièces où l'on veut le faire arriver. Le cylindre d'entrée et le réservoir doivent être maintenus aussi exactement que possible à la température de l'atmosphère ambiante ; dans ce but ils doivent être formés d'une substance conduisant bien la chaleur, aussi mince que le comporte la solidité de l'appareil, et il faut qu'ils présentent la plus grande surface possible exposée à l'air extérieur ou mieux à un courant d'eau. Le cylindre de sortie, au contraire, doit être préservé autant que possible, de toute communication calorifique avec les corps environnants.

Si c'est un courant d'air chaud que l'on désire obtenir, il faut laisser pénétrer librement l'air de l'atmosphère dans le cylindre d'entrée jusqu'à ce que le piston ait parcouru une certaine fraction de sa course (fraction dépendant de la température que l'on veut atteindre), à ce moment la soupape d'admission se ferme, et l'air se dilate pendant le reste de la course du piston. Lorsque le piston redescend, il chasse l'air dans le réservoir sans le comprimer, de sorte que la pression y est moindre que celle de l'atmosphère. Le piston du cylindre de sortie, en se soulevant, puise l'air dilaté dans le réservoir pendant toute sa course ; en redescendant, il comprime d'abord l'air dilaté jusqu'à la pression de l'atmosphère, ce qui le réchauffe. Quand ce résultat est atteint la soupape d'émission s'ouvre et l'air s'échappe par des tuyaux dans la pièce que l'on veut chauffer.

M. Thomson calcule qu'il faudrait théoriquement 0,283 d'un

cheval-vapeur pour produire un courant d'air débitant une livre d'air (environ 15 $^1/_2$ pieds cubes anglais) par seconde dont la température primitivement de 50° F. (10° C.), serait élevée à 80° F. (26°,7 C.). La pression dans le réservoir serait $^{82}/_{100}$ de celle de l'atmosphère.

S'il s'agissait de refroidir un bâtiment on renverserait la disposition de manière à ce que le réservoir contînt de l'air comprimé à la température ordinaire. L. S.

---

49. — Recherches sur les propriétés optiques des corps transparents soumis a l'influence du magnétisme, par M. Verdet. (Communiquées à l'Académie des Sciences le 27 mars 1851.)

Parmi les nombreuses découvertes que la science doit à M. Faraday, une des plus importantes est, sans aucun doute, la découverte des propriétés optiques si remarquables que prennent les corps transparents lorsqu'ils sont placés au voisinage d'un aimant ou d'un électro-aimant. On a répété bien des fois, et dans des circonstances variées, les expériences de M. Faraday; on a ajouté des faits intéressants à ceux qu'il avait observés lui-même : mais on ne s'est guère occupé de déterminer par l'expérience les lois précises des phénomènes [1].

La recherche de ces lois est l'objet du travail dont je soumets aujourd'hui la première partie au jugement de l'Académie.

Cette recherche peut sembler, au premier abord, beaucoup plus compliquée que celle des propriétés optiques naturelles des corps transparents. En effet, lorsqu'un fragment d'une substance transparente est soumis à l'action magnétique, lorsqu'il est placé, par exemple, entre les deux branches d'un électro-aimant de M. Ruhmkorff, les divers points de ce fragment ne peuvent être considérés en général comme soumis à des influences égales de la part de

[1] Sans faire ici l'historique de la question, qui ne peut trouver place dans ce court extrait, il me suffira de rappeler les expériences de MM. Pouillet, Edmond Becquerel, Matteucci, Bertin, Wiedemann et Edlund, et les recherches théoriques récemment publiées par M. Codazza.



l'électro-aimant; les propriétés optiques doivent donc varier d'un point à l'autre de la masse, et l'observation ne constate que l'effet résultant d'un ensemble d'actions inégales.

Pour faire disparaître cet inconvénient et rapprocher les conditions des expériences des conditions habituelles de toutes les recherches optiques, il a suffi de terminer les deux branches de l'électro-aimant de M. Ruhmkorff par des armatures en fer doux à surface très-large [1]. Lorsque la distance qui sépare les surfaces terminales de ces deux armatures n'est ni trop grande ni trop petite [2], l'espace intermédiaire constitue ce que M. Faraday appelle *un champ magnétique d'égale intensité;* en d'autres termes, une molécule de fluide magnétique placée partout où l'on voudra dans cet espace, excepté au voisinage de ses limites, sera sollicitée par un système de forces dont la résultante variera très-peu, soit en grandeur, soit en direction. Pour abréger le discours, j'appellerai cette résultante *force magnétique.* De même on peut reconnaître que les propriétés optiques développées dans un fragment de substance transparente introduit dans cet espace, sont presque entièrement indépendantes de la position du fragment, pourvu qu'il ne soit pas trop voisin des limites. A cet effet, on place le fragment dont il s'agit sur le trajet du faisceau de lumière polarisée qui traverse l'appareil, on développe le magnétisme de l'électro-aimant, et l'on fait tourner le prisme biréfringent qui sert d'analyseur jusqu'à ce que l'œil reconnaisse la teinte de passage; on déplace alors la substance transparente parallèlement à elle-même (afin que le faisceau lumineux en traverse toujours la même épaisseur) : tant que l'on n'amène pas la substance presque au contact des armatures, la teinte de passage ne souffre aucune modification.

Cette difficulté écartée, j'ai cherché s'il existait une relation simple entre l'intensité des forces magnétiques et la rotation du plan

[1] C'étaient des cylindres en fer doux de 50 millimètres de hauteur sur 140 millimètres de diamètre, percés en leur centre d'un canal étroit, afin de livrer passage à la lumière. On les vissait aux extrémités de l'électro-aimant.

[2] Lorsqu'elle est comprise, par exemple, entre 40 et 90 millimètres.



de polarisation d'un rayon de lumière qui traverse une substance transparente parallèlement à la direction de ces forces. J'ai mesuré la rotation du plan de polarisation par les moyens généralement usités, spécialement par l'observation de la teinte de passage[1]. Quant à l'intensité des forces magnétiques, je l'ai déterminée à l'aide du principe suivant qu'ont établi les recherches de M. Neumann et de M. Weber sur l'induction. Si l'on dispose un conducteur circulaire de manière que son plan soit parallèle à la direction de la force magnétique, et qu'ensuite, par un mouvement de rotation, on l'amène à être perpendiculaire à cette direction, le courant induit dans le conducteur circulaire est proportionnel à l'intensité de la force magnétique. En conséquence, j'ai fait construire avec du fil de cuivre de $0^{mm},75$ de diamètre une petite bobine d'environ 30 millimètres de diamètre sur 15 millimètres de hauteur, montée de manière à pouvoir tourner de 90 degrés autour d'un de ses diamètres. Dans chaque expérience j'ai placé cette bobine entre les armatures de l'électro-aimant, au point même où je devais ensuite placer la substance transparente; je l'ai disposée de façon que son plan fût parallèle à la ligne des pôles, et que le diamètre autour duquel elle pouvait tourner fût perpendiculaire à cette même ligne; je n'ai eu qu'à lui imprimer une rotation de 90 degrés, et à mesurer le courant induit développé de cette manière pour mesurer l'intensité de la force magnétique[2]. Substituant alors à la bobine la substance transparente à étudier, j'ai déterminé l'azimut de la teinte de passage, j'ai renversé le sens du courant (én ayant soin de ne pas interrompre le circuit), j'ai déterminé le nouvel azimut de la teinte de passage, et j'ai mesuré de nouveau l'intensité de l'action magnétique. La différence des deux azimuts donnait évidemment le double de la rotation du plan de polarisation, et je n'avais qu'à comparer cette différence à la moyenne des intensités de la force

[1] Je me servais d'une petite lunette portant au devant de son objectif un prisme biréfringent achromatisé, et montée de manière qu'on pût la faire tourner autour de son axe, et mesurer exactement l'angle de rotation. Cette partie de l'appareil avait été construite par M. Brunner.

[2] La mesure du courant induit s'effectuait à l'aide d'un galvanomètre construit par M. Ruhmkorff, suivant le système de M. Wilhelm Weber.

magnétique déterminée au commencement et à la fin de l'expérience. Je n'ai regardé comme satisfaisantes que les expériences où la différence de ces intensités n'excédait pas un centième de leur valeur moyenne.

J'ai expérimenté sur le *verre pesant* de Faraday [1], le flint ordinaire et le sulfure de carbone. La loi manifestée par les expériences a été très-simple. Il y a proportionnalité entre la rotation du plan de polarisation et l'intensité de la force magnétique. Cette proportionnalité se maintient, soit qu'on fasse varier l'intensité de la force magnétique en faisant varier l'intensité du courant qui circule autour de l'électro-aimant, soit qu'on change la distance des armatures. Il résulte de là qu'on peut formuler de la manière suivante la loi élémentaire du phénomène : la rotation magnétique du plan de polarisation produite par une tranche élémentaire d'une substance monoréfringente, varie avec la distance et l'énergie des centres magnétiques qui agissent sur la substance, exactement suivant la même loi que l'action qu'exercerait le système de ces centres magnétiques sur une molécule de fluide magnétique occupant la même position que la tranche considérée.

M. Wiedemann avait déjà démontré que la rotation produite par l'électricité seule, sans l'intervention du magnétisme, était proportionnelle à l'intensité des courants électriques. Ce résultat s'accorde entièrement avec la loi précédente.

Je me trouve au contraire en contradiction complète avec une loi formulée par M. Bertin, d'après laquelle la rotation due à l'influence d'un seul pôle magnétique décroîtrait en progression géométrique, lorsque la distance de la substance transparente au pôle croîtrait en progression arithmétique. L'explication de ce désaccord n'est pas difficile. M. Bertin considère comme pôle la surface terminale du fer doux d'une des branches de l'électro-aimant de M. Ruhmkorff. Or, cette surface ne saurait être regardée comme un pôle, du moins si l'on attribue à cette expression le sens précis

[1] Je possédais deux échantillons de cette précieuse substance : l'un appartenait à la collection de l'École Normale, l'autre avait été mis à ma disposition par M. de la Rive.

qu'on doit lui donner : c'est un système de centres magnétiques distribués sur une assez grande étendue, et dont l'action ne peut être assimilée à celle d'un centre unique. En effet, si, à l'aide de la bobine décrite plus haut, on cherche comment varie l'action magnétique d'une branche de l'électro-aimant, à diverses distances de l'extrémité de cette branche, on trouve un décroissement très-lent et qui peut être passablement représenté par une progression géométrique décroissante, comme le décroissement des rotations du plan de polarisation. Si l'on ajoute à l'électro-aimant une des grosses armatures dont il a été question plus haut, le décroissement de l'action magnétique est encore plus lent. Il est, au contraire, plus rapide si l'on remplace cette armature par une armature terminée en cône. On voit donc que la loi énoncée par M. Bertin n'est qu'une loi empirique, relative à l'appareil dont il a fait usage ; c'est une forme particulière de la loi générale que j'ai énoncée.

Si la méthode expérimentale dont j'ai fait usage était exacte, il est facile de voir qu'en mesurant les rotations produites par diverses épaisseurs d'une même substance, sous l'influence d'une même force magnétique, on devait trouver des nombres proportionnels à l'épaisseur. Je n'ai pas négligé de tenter cette vérification, et les résultats ont été entièrement satisfaisants.

50.—SUR LES VARIATIONS ÉLECTRIQUES QUE SUBISSENT LES CORPS LORSQU'ILS S'ÉLOIGNENT OU SE RAPPROCHENT LES UNS DES AUTRES. Note de M. Alexandre PALAGI [1].

1. Le célèbre physicien, M. de la Rive, a publié dans la *Bi-*

[1] Nous insérons l'article de M. Palagi tel qu'il nous l'a transmis. Nous reviendrons incessamment sur cet intéressant sujet. Pour le moment, nous ne croyons pas que le savant physicien italien ait répondu d'une manière péremptoire aux objections que nous avons présentées contre les conclusions qu'il a tirées de ses expériences ; nous persistons à croire en particulier qu'il ne tient pas assez compte de l'état électrique de l'air, soit naturel, soit développé par le frottement contre les corps solides. Nous estimons également que la réponse de M. Palagi, à l'objection tirée du frottement qu'éprouve le corps solide contre les parois du tube

bliothèque Universelle de Genève[1] quelques considérations critiques sur mes expériences relatives aux variations électriques que subissent les corps lorsqu'ils s'éloignent ou se rapprochent les uns des autres. Je suis très-flatté que le savant physicien genevois ait porté son attention sur mes travaux ; seulement, qu'il me soit permis de le dire, j'aurais désiré qu'il répétât mes expériences avec sa sagacité habituelle avant d'énoncer des doutes sur le principe d'électrostatique que j'en ai déduit et que j'ai formulé. En effet, si j'ai avancé, auprès des physiciens, un fait aussi général, ce n'est pas dans l'intention de le leur faire enregistrer sans examen dans les annales de la science, mais bien pour qu'ils en confirment la vérité, ou qu'ils le rejettent s'il est faux, lorsqu'ils auront répété et varié les expériences. Je regrette d'être obligé de me mettre en contradiction avec un aussi bon physicien, pour lequel je professe la plus haute estime ; mais je dois le faire et je le fais seulement par amour de la science et de la vérité.

2. En premier lieu, il faut bien noter que tous les corps sont sujets à ces variations électriques lorsqu'ils s'éloignent ou se rapprochent les uns des autres, soit qu'ils se trouvent à ciel ouvert, soit qu'ils soient placés dans un endroit fermé. C'est à cela que j'ai voulu faire allusion quand je dis : « Les expériences *pour le moment* (per orà) doivent être faites dans un lieu élevé, ouvert et isolé. » Et M. le professeur Volpicelli en parle encore dans sa lettre à M. Arago, comme le montrent les expressions même de M. de la Rive : « M. Volpicelli dans une lettre à M. Arago, que nous avons insérée dans notre dernier numéro, reconnaît que les expériences de M. Palagi réussissent mieux à ciel ouvert que dans un endroit fermé. » M. de la Rive se trompe donc quand il dit

vide dans lequel il se meut, n'est pas complétement satisfaisante, car il ne tient pas compte des effets d'influence qui peuvent expliquer les signes d'électricité contraire qu'on observe, et il part d'un principe qui n'est pas admis, savoir que l'intensité de l'électricité devrait être proportionnelle à la rapidité du frottement, si le frottement en est la cause, ce dont nous nous sommes assuré par des expériences directes. (A.D.L.R.)

[1] *Archives des Sciences*, tome XXIV, 4me série, sept. 1853, n° 93.

que j'ai posé la condition « que pour la bonne réussite de toutes mes expériences, il faut les faire en plein air et dans un espace bien ouvert. » Quant à l'existence de cette électrisation réciproque des corps dans des lieux fermés, elle se démontre aussi par les expériences (relativement aux corps conducteurs) que Nilcholson a faites dès 1788 avec un appareil de son invention, très-connu dans la science [1]. A la fin de cet écrit je parlerai de ces expériences du physicien anglais. Dans un travail que je m'efforcerai de publier le plus vite possible, j'exposerai un grand nombre d'expériences que j'ai exécutées à ciel ouvert, et dans des endroits fermés, et je dirai alors ce que j'ai pu observer sur les divers états électriques que prennent les corps lorsqu'ils se rapprochent ou s'éloignent les uns des autres, même dans un lieu fermé [2].

3. Les changements d'état électriques auxquels les corps sont sujets, lorsqu'ils sont mis en mouvement, ne dépendent pas de leur élévation ou de leur abaissement relativement au sol, comme M. de la Rive paraît le penser quand il dit : « C'est du sol qu'on approche ou qu'on éloigne le corps auquel on donne, pour ainsi dire, un mouvement de haut en bas ou de bas en haut. » Au contraire, dans l'article de la *Gazette médicale* auquel M. de la Rive s'oppose, il est dit que les corps changent d'état électrique par le rapprochement ou l'éloignement les uns des autres, quelle que soit la direction de leur mouvement sans en exclure la direction horizontale ; on doit considérer comme un cas particulier de ce fait général le mouvement dans le sens vertical, en considérant alors la terre comme l'un des corps qui s'éloignent ou se rapprochent. Et, dans le fait, l'action ou l'influence électrique de la terre sur un autre corps peut être ou vaincue ou équilibrée par l'action ou l'influence électrique d'un troisième corps : si l'on place un corps

[1] *Philosophical. Trans.*, tome LXXIII, page 403.

[2] Pour faire ce genre d'expériences, il n'est pas nécessaire de placer les corps sur lesquels on opère en communication immédiate avec les électromètres ; on peut les tenir séparés et se servir, pour les étudier, de tous les moyens que la physique emploie pour reconnaître l'état électrique de tous les corps.

bien isolé à une hauteur suffisante dans un lieu ouvert, et si l'on fait monter vers lui un second corps, également isolé, d'une surface égale ou plus petite, on verra qu'à mesure que celui-ci se rapproche du premier, ils s'électrisent tous les deux négativement, bien que le corps fixe par sa position et le corps mobile, par son mouvement ascensionnel, dussent se trouver électrisés positivement. Puis si l'on fait descendre le corps mobile tous deux se trouvent électrisés positivement, quel que soit le point de leur superficie que l'on éprouve, bien que le corps descendant dût s'électriser négativement, comme cela arrive, en effet, lorsqu'en continuant à le faire descendre, l'action de la terre finit par prédominer. Les mêmes phénomènes se reproduisent encore lorsque l'on rend les deux corps mobiles, et qu'on les rapproche et les éloigne alternativement sur une ligne verticale.

4. M. de la Rive, supposant que j'avais jugé ces deux conditions nécessaires à la bonne réussite de mes expériences, en conclut que, sans aucun doute les charges que j'ai obtenues sont dues à l'électricité atmosphérique : « Pour s'en convaincre, ajoute-t-il, il suffit de lire le mémoire de M. Peltier sur les causes des phénomènes électriques de l'atmosphère et sur les moyens d'en recueillir la manifestation. »

« Voici, en particulier, comment s'exprime l'auteur au paragraphe 13 de son mémoire. Après avoir décrit son appareil, qui consiste dans un électroscope ordinaire armé d'une tige de 40 centimètres au plus, et terminé par une boule de métal poli de 7 à 8 centimètres de diamètre, et avoir montré qu'on peut, en le touchant, l'équilibrer dans une couche quelconque de l'atmosphère de manière que les feuilles d'or de l'instrument tombent droites, et marquent zéro, il ajoute :

« Au lieu de rester dans la couche où l'instrument a été équilibré, si le temps est sec, froid, et le ciel parfaitement serein, il suffira, dans notre climat, de l'élever de 3 décimètres pour avoir 20 degrés de divergence avec les feuilles d'or, mais cette divergence est bien plus considérable si la température est de 10 à 15 degrés au-dessous de zéro depuis plusieurs semaines ; l'élévation

d'un seul décimètre suffit pour projeter les feuilles d'or contre les armatures : sous un ciel pur, le signe électrique est toujours *vitré*. Si, pendant la journée, il s'est formé beaucoup de vapeurs, il faudra, pour obtenir une même intensité d'action, lever l'instrument d'autant plus haut que l'air en contiendra davantage. Ayant obtenu cette manifestation d'une électricité *vitrée*, si l'on baisse l'instrument pour le replacer à la hauteur première où l'équilibration a été faite, les feuilles retombent à zéro ; si ensuite on le descend au-dessous de ce point, d'une quantité égale à celle qui l'a surpassé d'abord, les feuilles divergent de nouveau, mais alors leur signe est contraire, il est *résineux*. En remplaçant l'instrument au point de départ, il retombe de nouveau à zéro. Ainsi, au-dessous de ce point, il donne un signe *vitré*; au-dessous, il donne un signe *résineux* et il reprend son équilibration en le replaçant au point de départ.» Je dois répondre à ces paroles de M. de la Rive, qu'en répétant les expériences de de Saussure et celles même de Peltier, je me suis convaincu que les phénomènes électriques obtenus dans ces expériences ne dépendent ni de l'électricité que l'atmosphère prendrait par influence, en raison de l'état électro-négatif de la terre, comme le prétend Peltier, ni de l'action de l'électricité positive de l'atmosphère comme le veut de Saussure. En effet, les phénomènes que j'ai observés ne répondent pas à ces théories. Dans le fait que l'on admette la théorie de de Saussure ou celle de Peltier, chaque couche atmosphérique devrait prendre moins d'électricité que celle qui est placée immédiatement au-dessous, de sorte qu'un conducteur élevé depuis un point donné dans l'atmosphère libre et sèche devrait prendre l'état électrique de la couche dans laquelle il est transporté, et ne pourrait revenir à son état primitif qu'en redescendant d'une quantité aussi grande que celle dont il avait été élevé; le même fait devrait arriver quand on abaisse d'abord un conducteur pour le relever ensuite jusqu'au point de départ. Or, cette loi ne se vérifie pas expérimentalement; si, après avoir élevé un corps en partant d'une station donnée, on le fait redescendre, l'état électro positif qu'il avait acquis pendant son ascension se change en état électro-négatif par le fait même de la descente, et

la tension de cette électricité augmente de plus en plus pendant la descente. De sorte que le corps revenu au point de départ se trouve dans un état d'électricité négative bien sensible. De même en renversant l'expérience, si l'on fait descendre le corps depuis le point de départ où on le ramène ensuite, il y arrive dans un état électro-positif très-manifeste. Cependant, d'après les deux théories, le corps devrait, dans les deux cas, se retrouver à l'état naturel lorsqu'il est revenu au point de départ. C'est ce que Peltier exprime nettement en ces termes dans le paragraphe 13 de son mémoire : « Ainsi, au-dessus de ce point il donne (l'électromètre) un signe vitré ; au-dessous il donne un signe résineux, et il reprend son équilibration en le replaçant au point de départ. » Il est vrai que les feuilles d'or ou les pailles de l'électromètre reviennent à la verticale ou au zéro de la graduation, mais elles y arrivent dans un état électrique, et si elles ne divergent pas, cela provient de ce qu'elles se trouvent dans le même état électrique que tout l'instrument, état que l'on peut éprouver par les moyens habituels. A ce qui a été dit, il faut ajouter que, si les variations électriques qui ont lieu dans les corps dérivaient de l'état électrique (propre ou d'influence) des couches atmosphériques de plus en plus positives à mesure qu'elles sont plus élevées, elles ne devraient pas se produire quand les corps restent dans la même couche atmosphérique et se meuvent horizontalement. Or, les faits démontrent encore que tous les corps qui s'éloignent ou se rapprochent suivant une ligne horizontale, subissent également des changements d'état électrique comme s'ils se mouvaient suivant une ligne oblique ou verticale. Il n'est pas nécessaire que les corps soient primitivement à l'état d'équilibre pour que ces variations se produisent, car elles se produisent, comme nous l'avons dit ci-dessus, par le fait de leur éloignement ou de leur rapprochement, soit qu'ils se trouvent à l'état naturel, soit qu'ils se trouvent déjà électrisés par leur éloignement ou leur rapprochement. Et l'acte même du rapprochement ou de l'éloignement ne doit pas être considéré, comme on pourrait le croire, comme une cause indirecte de ces phénomènes électriques, mais bien comme

une cause première des changements d'état électriques des corps.»

5. Peltier prescrit encore les conditions suivantes : « Si le ciel est sec, froid, et le ciel parfaitement serein il suffira, dans notre climat, de le lever (l'électromètre) de 3 décimètres pour avoir 20° de divergence avec les feuilles d'or, mais cette divergence est bien plus considérable si la température est de 10 à 15 degrés au-dessus de zéro depuis plusieurs semaines. » Ces conditions ne doivent pas être considérées comme nécessaires pour la production des phénomènes énoncés, car, après des expériences nombreuses et très-variées, à ciel ouvert, dans un endroit fermé, sur le haut d'une tour élevée, sur les montagnes, à la surface de la mer, de jour, de nuit, quel que fût l'éclat du ciel, partout j'ai constamment observé la production des phénomènes électriques par l'éloignement ou le rapprochement des corps. Et s'il s'est quelquefois produit une inversion des phénomènes dans l'électrisation mutuelle des corps soumis à l'expérience, j'ai toujours reconnu que cela provenait d'une cause extérieure et accidentelle évidente pour l'observateur. Aussi, après une aussi grande quantité d'expériences variées, je suis arrivé à la conviction que ces variations électriques qui accompagnent l'éloignement ou le rapprochement des corps dans une direction quelconque, ne proviennent pas du passage des corps à travers des couches atmosphériques plus ou moins électrisées positivement suivant leur hauteur, mais qu'elles sont dues à l'action mutuelle des corps, action immuable, qui constitue une propriété générale des corps.

6. M. de la Rive s'occupe aussi des expériences que M. Volpicelli a décrites dans sa lettre à M. Arago; il commence par celles qui ont été faites avec un tube vide d'air, dans lequel on fait mouvoir des corps d'une nature quelconque qui, par leur éloignement ou leur rapprochement des fermetures métalliques du tube, reproduisent constamment les phénomènes électriques que nous avons indiqués. M. de la Rive n'hésite pas cependant à affirmer que « le frottement de ce corps, roulant contre la paroi en verre du tube doit nécessairement l'électriser. » Or, même en accordant, pour un moment, qu'il y a eu dans cette expérience de l'électricité

développée par le frottement, je dis que tous les corps qui se meuvent sur les parois polies devraient s'électriser eux-mêmes, et électriser les autres corps d'une seule et même manière, et dans cette hypothèse les manifestations électriques sur les viroles métalliques du tube devraient concorder avec l'état électrique des corps qui se meuvent à l'intérieur[1], et non point présenter le phénomène constant d'électricité positive lors de l'éloignement, et d'électricité négative lors du rapprochement. De plus, si le savant physicien avait répété ces expériences, il aurait reconnu que les manifestations électriques que l'on obtient ainsi, n'ont pas des intensités proportionnelles aux petits ou aux grands mouvements des corps qui roulent dans le tube; il aurait observé que ces variations électriques apparaissent toujours avec la même intensité, soit que le corps parcoure les parois du tube avec une grande rapidité, soit qu'oscillant autour de l'un des points de la paroi, ils s'éloignent et se rapprochent légèrement des fermetures métalliques du tube.

7. Enfin, si M. de la Rive avait expérimenté avec l'appareil décrit par M. Volpicelli, formé non pas «de deux boules dont l'une mobile s'approche en descendant ou en montant de la fixe;» mais qui est composé d'un bâton isolé terminé par un globe, et qui reçoit un mouvement de rotation autour d'un point fixe au moyen d'une manivelle; il aurait vu qu'en faisant tourner ce bâton, soit d'un cercle entier, soit d'un arc moindre, ou même en le faisant osciller comme un pendule, on électrise le bâton dans toute son extension suivant le principe annoncé. Si l'on fait mouvoir le bâton, qu'il soit ou non terminé en globe, on observe toujours les phénomènes indiqués lors de l'éloignement ou du rapprochement du sol ou d'autres corps, que le mouvement soit lent ou rapide. Et, comme le bâton peut être mis en mouvement par le moyen de cordes ou d'autres corps isolants, l'expérimentateur étant très-éloigné, il semble que cet appareil soit propre à convaincre que de l'électricité animale, ou de l'électricité développée par le frottement

[1] **C'est effectivement ce que j'ai observé dans plusieurs expériences faites avec des tubes, les uns de verre, les autres de verre recouvert intérieurement de cire. (A. D. L. R.)**

des habits de l'opérateur, n'ont eu aucune part à la production de phénomènes, comme quelques personnes auraient pu le penser.

8. L'appareil que Nicholson avait imaginé se composait de trois globes en métal isolés, deux fixes et dans le même plan et pouvant, au besoin, communiquer ensemble, et le troisième mobile qu'il éloignait et rapprochait des premiers au moyen d'une manivelle. Si, avant de se servir de cet appareil, Nicholson avait pris seulement deux globes semblables, l'un fixe et l'autre mobile, ou tous les deux mobiles, il aurait reconnu que les deux états électriques obtenus par ce moyen, sans frottement et sans communication avec la terre, ne dépendaient point de l'état électrique opposé des deux globes immobiles, puisqu'il les aurait obtenus avec deux globes seulement, et qu'il les aurait toujours trouvés en rapport avec leur éloignement ou leur rapprochement ; il ne se serait peut-être pas servi non plus, pour expliquer l'action de son instrument, comme il le dit lui-même, du principe du physicien napolitain, Tiberio Cavallo, savoir que : « Les petites différences d'électrisation dans les corps, occasionnée, soit artificiellement, soit naturellement, ne peuvent se détruire complétement dans aucun temps défini. » En effet, des phénomènes de ce genre ne peuvent être causés, ni par des différences minimes, ni par des différences considérables d'électrisation permanente développées d'une manière quelconque dans les corps, car ces phénomènes, qui suivent une loi constante et une marche uniforme dans leur production, ne peuvent être produits que par une cause également constante et uniforme. En expérimentant de cette manière, le physicien anglais aurait vu et il aurait peut-être annoncé que ces phénomènes électriques proviennent d'une action mutuelle des corps produite par l'éloignement ou le rapprochement réciproque des corps.

Bologne, 26 *octobre* 1853.

---

51. — Deuxième note sur la décomposition de l'eau par la pile, par M. Jamin. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 6 mars 1854.)

Dans la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à

l'Académie[1], j'ai annoncé être en possession de quelques faits nouveaux ; je viens publier l'un d'eux.

Je décompose l'eau dans un voltamètre construit suivant un modèle spécial ; je recueille l'hydrogène dans une cloche graduée, et je la transporte dans un vase plein d'eau pure, ou contenant quelques gouttes d'acide azotique.

Je place dans le même vase une cloche toute semblable, contenant la même quantité de gaz hydrogène dégagé par l'action de l'acide sulfurique sur le zinc.

Cela fait, je coupe dans un fil de platine deux parties identiques, je les chauffe dans une lampe à alcool, et je les plonge dans les deux cloches, de manière à établir une communication métallique entre le gaz et le liquide.

Le volume de l'hydrogène dégagé par le zinc n'a pas changé au bout de plusieurs jours : celui du gaz provenant de la pile diminue rapidement [2].

Voici les nombres d'une expérience :

$4^h 20^m$	$4^h 25^m$	$4^h 40^m$	$5^h 5^m$	$5^h 55^m$	12^h
84	80	77	70	66	50

On a ensuite prolongé l'action indéfiniment : le gaz restant n'était plus absorbable ; le gaz se composait donc d'une partie absorbable et d'une partie qui se comportait comme l'hydrogène ordinaire. Quelquefois la partie absorbable s'est élevée jusqu'aux trois quarts du volume total ; le plus souvent elle était inférieure à la moitié : quelquefois l'absorption n'avait pas lieu.

[1] *Annales des Sc. Phys.*, tome XXV (mars 1854), p. 275.

[2] Nous avons souvent remarqué l'effet observé par M. Jamin et nous l'avons constamment attribué à la combinaison sous l'influence du platine de l'hydrogène avec l'oxygène dissout dans l'eau, oxygène qui se renouvelle constamment, à mesure qu'il est employé à la combinaison, au moyen de l'absorption par le liquide de l'air atmosphérique. Nous avons donné dans le temps, à l'appui de cette opinion, le fait que sur le vide le même phénomène n'a plus lieu. Quant à la différence que l'auteur a remarquée entre l'hydrogène dégagé par la pile et celui qui est dégagé par l'action sur le zinc de l'acide sulfurique étendu, ne tiendrait-elle point à la présence de quelque impureté dans le second, présence qui suffit pour empêcher la combinaison, en altérant la surface du platine? A. DE L. R.

Pour reconnaître la liaison qui existe entre la formation de ce gaz absorbable et le courant, je mesurais l'intensité avec une boussole de sinus, et je ramenais les résultats aux unités de temps et d'intensité. J'ai constaté que le volume d'hydrogène pouvait atteindre un maximum ou prendre des valeurs plus faibles : dans le premier cas, il n'était pas absorbable ; dans le second, il l'était devenu.

On peut donc dire que, pour dégager un volume de gaz absorbable, il faut employer plus d'électricité que pour obtenir un même volume de gaz ordinaire.

Ces faits peuvent s'interpréter de deux manières : on peut admettre que l'hydrogène dégagé par la pile se constitue en prenant l'état gazeux sous l'influence du courant électrique dans un état moléculaire particulier, à peu près comme l'oxygène qui s'électrise et se modifie au pôle positif. Cette conclusion serait la seule possible si les gaz dégagés étaient chimiquement purs.

Mais si, contrairement à l'opinion généralement admise, le gaz que l'on recueille au pôle négatif était un mélange des deux éléments qui constituent l'eau, on aurait en présence deux corps qui peuvent se combiner sous l'influence d'un fil de platine et reconstituer l'eau.

Des expériences ultérieures pourront décider la question, mais, quelle que soit la solution qu'on en donne, elle est importante, puisqu'on en déduirait la connaissance d'un état nouveau de l'hydrogène ou celle d'un mode de décomposition de l'eau par la pile qui dégagerait les deux gaz au même pôle.

---

52. — RECHERCHES SUR L'ADHÉRENCE MAGNÉTIQUE, par M. J. NICKLÈS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 27 février 1854 [1].)

Dans les électro-aimants à rotation qui ont fait le sujet de mon dernier mémoire, le courant est dirigé de manière à n'aiman-

[1] Nous avons publié dans le temps (*Ann. des Sc. Phys.*, tome XXIV, p. 5), en entier le mémoire intéressant de M. Nicklès sur les électro-ai-

ter que la partie de l'aimant qui doit produire un effet utile. Cette disposition a des avantages incontestables ; elle a des inconvénients qui la rendent impropre quand on emploie du fer aciéreux : la force coercitive intervient alors et oppose à l'aimantation une résistance que la rotation rend très-sensible en écartant la résultante des actions magnétiques de la direction qu'elle prend quand la roue est au repos, direction calculée de manière à passer par le point de contact.

Le sens suivant lequel ce déplacement de pôle s'opère, est naturellement subordonné au sens du mouvement de la roue ; pour un sens déterminé et pendant le mouvement, le pôle est toujours à l'arrière du point par lequel passe, au repos, la résultante des actions magnétiques ou le centre de gravité de l'hélice. Relever celle-ci en avant d'une quantité correspondante au déplacement qui se produit à l'arrière, pourrait remédier à cet inconvénient, puisque la position du pôle est déterminée par la position de la bobine. Cet artifice, toutefois, n'empêcherait pas le déplacement polaire ; il y remédierait et rien de plus.

Pour écarter complétement ces perturbations, il a fallu aviser aux moyens de supprimer les réactions magnétiques qui en sont la cause, problème que je crois avoir résolu en communiquant à toute la circonférence un seul et même fluide.

Voici comment on arrive à ce résultat : une poulie à gorge, en fer, étant donnée, on enroule de fil de cuivre, isolé dans cette gorge, ou ce qui revient au même, on entoure le moyeu de cette poulie d'une hélice. En mettant cette dernière en communication avec la pile, on remarque que les deux fluides magnétiques se partagent entre les deux cercles de manière que chaque cercle possède l'un des deux fluides : de sorte que, si l'armature offre des dimensions convenables, elle se trouve attirée à la fois par les deux pôles, condition très-favorable à une augmentation de force attractive.

Les inversions de fluides disparaissent complétement ici ; quelle

mants circulaires; mais nous nous empressons d'insérer dans notre recueil les nouvelles recherches sur le même sujet, que l'auteur vient de communiquer à l'Académie des sciences.

que soit la direction du courant, le fer de l'électro-aimant est toujours aimanté dans le même sens, puisque les pôles se localisent dans les cercles et qu'il y a un pôle par cercle ; la vitesse quelconque dont la poulie est animée ne changera donc rien à cet état de choses.

Dans ce qui précède, j'ai supposé la bobine directement enroulée sur le moyeu et solidaire du mouvement de la roue ; une disposition plus simple consiste à rendre la bobine indépendante du moyeu et à lui donner son point d'appui en dehors de l'électro-aimant ; cet arrangement permet au courant de se transmettre directement et sans obstacle.

Lorsque cet électro-aimant est sous l'influence du courant, on remarque que les deux fluides, obéissant à leur tendance à se porter aux extrémités de l'axe, se divisent en deux parties, l'une qui reste à la circonférence des cercles et l'autre qui se porte à l'extrémité de l'axe ; il résulte de là une perte de fluide à laquelle on peut remédier en se servant d'une poulie magnétique à deux gorges, dont chacune reçoit une bobine de fils de même longueur et de même section, mais de sens différent ; l'une de ces bobines est dextrogyre l'autre est lévogyre, elles communiquent entre elles de la manière usitée.

On voit à priori ce qui se passe quand ce système se trouve dans le circuit ; on obtient un électro-aimant à trois pôles, dont deux de même nom aux extrémités et un pôle de nom contraire au centre : c'est un aimant à point conséquent, ainsi que l'atteste, au surplus, les fantômes produits avec la limaille de fer ; ces figures représentent des courbes concentriques émanant du pôle central et aboutissant, de chaque côté, aux pôles extrêmes. Les points tangentiels des pôles sont fortement accusés par des lignes parallèles, coupées perpendiculairement par des traînées de limailles allant d'un pôle à l'autre.

Si, au lieu de se servir des courants de sens contraires, on imprime à ceux-ci une direction uniforme de manière à placer le cercle central entre deux hélices isonomes, il se produit, dans l'aimant, une polarité inverse de la précédente ; les fluides se re-

jettent sur les cercles extérieurs ; le pôle central paraît magnétiquement neutre, il ne devient actif qu'au contact d'une armature qui communique déjà avec l'un des pôles, et, dans ce cas, il contracte toujours la polarité contraire à celle du pôle en présence.

Cette situation est également indiquée par la limaille : la courbe tracée par elle se rend de l'un des pôles extrêmes à l'autre en s'infléchissant légèrement dans le voisinage du cercle central ; la limaille n'adhère qu'aux bords de ce cercle pour rayonner de là vers le pôle voisin, quel qu'en soit le nom.

Tels sont les effets qu'on observe en employant deux hélices ; quand on n'en emploie qu'une et qu'on laisse l'autre hors du circuit, les trois cercles contractent un autre genre de polarité ; le maximum de force se concentre sur les deux pôles qui avoisinent la bobine, le fluide du troisième pôle participe du fluide le plus proche, ainsi que l'attestent la boussole et la courbe magnétique tracée par la limaille.

Les courbes magnétiques des deux premières figures sont exclusivement convergentes ; le fantôme de l'aimant, disposé ainsi qu'il vient d'être dit, présente des courbes convergentes et des courbes divergentes : les premières se produisent entre les pôles hétéronomes ; les divergentes se manifestent entre les deux pôles de même nom et sont inscrites dans les courbes convergentes, ce qui indique le rapport existant entre les intensités qui ont produit ces courbes.

Avec l'appareil qui vient d'être décrit, on peut donc produire trois électro-aimants différents suivant la direction qu'on donne au courant ; savoir :

1° Un électro aimant à pôle actif placé entre deux pôles de même nom (*électro-aimant circulaire à point conséquent*) ;

2° Un électro-aimant à pôle neutre placé entre deux pôles de noms contraires (*électro-aimant circulaire à point neutre*) ;

3° Un électro-aimant à pôle actif placé entre deux pôles de noms contraires (*électro-aimant circulaire à point actif*).

Avec le n° 1, et en présence d'une armature, le circuit magnétique ne se forme qu'entre le point conséquent et l'un ou l'autre ou

même les deux pôles extrêmes. Il ne s'établit pas lorsque l'armature ne touche que ces deux derniers qui sont de même nom et placé de chaque côté du pôle central.

Avec le nº 2, le circuit se forme indistinctement entre tous les pôles.

Avec le nº 3, l'armature est attiré :

a, Par les deux pôles extrêmes ;

b, Par les deux pôles qui renferment l'hélice.

Il n'y a pas circuit ou, pour parler comme M. Poggendorff, il ne se produit pas d'électro-aimant fermé entre l'armature et les deux autres pôles qui sont de même nom et placés l'un à côté de l'autre.

Ce résumé permettra de différencier les électro-aimants circulaires de ceux que j'ai fait connaître dans une précédente communication.

Ceux-ci exercent leur action suivant les sections normales à l'axe ; dans les électro-aimants circulaires, la résultante des actions magnétiques est à la fois perpendiculaire à l'axe de l'aimant et au plan de l'armature.

Chez les premiers, les tours de spire sont parallèles au plan de l'armature ; chez les aimants circulaires, les spires sont perpendiculaires à ce plan.

Le magnétisme des premiers est fourni par les cercles polaires ; le fluide des électro-aimants circulaires provient, en majeure partie, du moyeu.

Les premiers ne sont donc circulaires que par la forme ; ils sont rectilignes par le mode d'aimantation, et établissent ainsi un trait d'union entre les électro-aimants rectilignes et les électro-aimants circulairement aimantés.

C'est pour marquer cette transition, et en même temps pour différencier ces aimants de ceux que j'appelle *électro-aimants circulaires*, que je propose de les désigner sous le nom d'*électro-aimants para-circulaires*.

Les attractions fournies par l'électro-aimant circulaire à trois pôles varient avec le mode d'aimantation qu'on lui applique ; quand

on n'opère que sur deux pôles, ces rapports sont autres que quand on opère sur tous les trois. Ainsi, pour un même courant et avec les trois pôles, le maximum d'effet est fourni par l'électro-aimant à point neutre; quand on n'opère que sur deux pôles, le maximum correspond à l'électro-aimant à point conséquent.

Il résulte de la nature même des électro-aimants circulaires, que les effets attractifs dont ils sont susceptibles en un point quelconque de leur circonférence, peuvent se reproduire en chaque point de leur contour. Les attractions qu'on observe en faisant agir en même temps un certain nombre d'armatures, ne sont pas égales à la somme des poids portés par chaque armature agissant seule; leur diminution est en raison inverse de la masse et du nombre des armatures; mais, dans tous les cas, la somme des poids portés dans ces nouvelles conditions est de beaucoup supérieure au maximum d'attraction fourni par l'une quelconque des armatures employées : c'est ce qui découle, avec évidence, des résultats consignés dans le mémoire.

A côté des appareils nouveaux qui y sont décrits, de l'analogie nouvelle qu'on y signale entre l'attraction magnétique et la pesanteur, et qu'on démontre par l'expérience, j'y appelle l'attention sur les services que les électro-aimants circulaires pourront rendre aux sciences physiques. Les expériences de Knigth sur le développement des végétaux sous l'influence de la force centrifuge, pourront être rapprochées de celles de M. Plucker sur l'action que les pôles d'un aimant exercent sur les organes de ces végétaux; on pourra étudier en même temps des phénomènes qui ont été observés séparément et à un point de vue isolé. On a examiné l'action que les aimants exercent sur les substances en voie de cristallisation, mais on n'a pas songé à soustraire celles-ci à la pesanteur; cette influence a été négligée dans toutes les recherches de ce genre : avec les électro-aimants circulaires, on pourra isoler les deux effets, les étudier séparément, et déterminer ainsi la part d'influence qui revient à chacun d'eux dans les phénomènes moléculaires.

CHIMIE.

53. — Sur la quantité de sucre, d'acide et d'alcool, renfermée dans les vins, la bière et les liqueurs, par le Dr Bence Jones. (*Philosophical Journal*, février 1854.)

L'auteur détermine d'abord la quantité d'acide contenue dans les liquides ci-dessous au moyen d'une solution de soude caustique d'une densité connue. Le volume du liquide éprouvé était toujours égal à celui de 1000 grains d'eau à 50° Farh.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Le degré d'acidité variait dans différents échantillons de vin, de façon à neutraliser ; dans le cas du

Xérès de	gr. 1,95	à	gr. 2,85	de soude caustique.
Madère de.........	2.70	à	3,60	
Porto de	2,10	à	2,55	
Bordeaux de.......	2,55	à	3,40	
Bourgogne de......	2,55	à	4,05	
Champagne de......	2,40	à	3,15	
Rhin de...........	3,15	à	3,60	
Moselle de.........	2,85	à	4,50	
Eaux-de-vie de.....	0,15	à	0,60	
Bières anglaises de ..	0,90	à	2,25	

Les vins peuvent donc être classés dans l'ordre suivant sous le point de vue de leur acidité ; Eau-de-vie, Xérès, Porto, Champagne, Bordeaux, Madère, Bourgogne, Rhin, Moselle. Il est à remarquer que certaines espèces de bière forte paraissent contenir aussi peu d'acide que les vins qui en renferment le moins.

La quantité de sucre a été déterminée au moyen du saccharimètre de Soleil. L'auteur a trouvé qu'elle variait comme suit dans les différents vins soumis à l'expérience.

Dans le	Xérès de......	4	grains	à 18	grains	par once.
»	Madère de	6	»	à 20	»	»
»	Champagne de..	6	»	à 28	»	»
»	Porto de......	16	»	à 34	»	»
»	Malvoisie de...	56	»	à 66	»	»
»	Tokay........	74	»			

Il n'a été découvert aucune trace de sucre dans les vins de Bordeaux, de Bourgogne, de Rhin et de Moselle.

Sous le point de vue du régime alimentaire, et en admettant que le sucre devient acide dans l'estomac, les liquides éprouvés peuvent être rangés, sous le rapport de leur acidité moyenne, dans l'ordre suivant, en commençant par ceux qui en contiennent le moins :

Eaux-de-vie de différentes qualités.
Bordeaux.
Bourgogne.
Rhin.
Moselle.
Xérès.
Champagne.
Porto.
Bières d'espèce différente.
Madère et Malvoisie.
Tokay.

La quantité d'alcool renfermé dans les mêmes liquides a été déterminée par l'alcoomètre de M. Geisler de Bonn. La quantité contenue dans différents échantillons de

Porto............variait de	20,7	p^{r} cent	à	23,2	p^{r} cent.
Xérès..................	15,4	»	à	24,7	»
Marsala.................	19,9	»	à	21,1	«
Madère..................	19	»	à	19,7	»
Champagne...............	14,1	»	à	14,8	»
Bourgogne...............	10,1	»	à	13,2	»
Rhin....................	9,5	»	à	13	»
Moselle.................	8,7	»	à	9,4	»
Bière anglaise (forte).......	12,3	»	à	6,5	»
Eaux-de-vie.............	50,4	»	à	53,8	»
Rhum....................	72	»	à	77,1	»

Il est à remarquer que, d'après ces expériences, le Bourgogne et le Bordeaux, ainsi que le vin de Marsala et le Porto, contiennent moins d'alcool que n'en a trouvé M. Brande, il y a environ quarante ans. Le Xérès en contient, au contraire, davantage, ainsi que le rhum et la bière forte anglaise (ale).

---

54. — RECHERCHES SUR LES ARSENÉTHYLES, par M. H. LANDOLT (*Journal für prakt. Chemie*, tome LX, p. 385.)

On sait que le cacodyle peut être considéré comme une combinaison de l'arsenic avec deux équivalents de méthyle ($C^4 H^6 As$). En cherchant à reproduire directement un composé éthylique correspondant, M Landolt a réussi non-seulement à le former, mais encore à obtenir deux autres composés jouant comme lui le rôle de radicaux organiques ; ils forment la série suivante :

Arsen biéthyle As ($C^4 H^5)^2$,
Arsen triéthyle As ($C^4 H^5)^3$,
Arsen éthylium As ($C^4 H^5)^4$.

Ces composés ont été obtenus par un procédé exactement semblable à celui qui a fourni à M. Löwig les combinaisons analogues de l'antimoine et de l'étain, c'est-à-dire, en faisant réagir l'iodure éthylique sur un arseniure de sodium préparé directement par la combinaison du sodium et de l'arsenic. L'oxydabilité des produits de cette réaction nécessite des précautions très-minutieuses, pour éviter le contact de l'air dans toutes les opérations relatives à la production et à la séparation de ces radicaux.

Les produits de cette réaction se composent essentiellement des deux premiers radicaux de la série indiquée plus haut ; et leur point d'ébullition est assez différent pour qu'on parvienne aisément, par des distillations fractionnées, à les séparer l'un de l'autre. On obtient surtout l'arsentriéthyle, en assez grande quantté

Les premiers produits de la rectification, dans lesquels l'arsentriéthyle est mélangé d'iodure éthylique, laissent, au bout de quelque temps, déposer une grande quantité de cristaux, provenant d'une combinaison qui s'est effectuée entre ces deux corps, et qui a donné naissance à l'iodure d'arsenéthylium As ($C^4 H^5)^4$, I.

La séparation par distillation ne convient pas aussi bien pour obtenir à l'état de pureté l'arsenbiéthyle. Il vaut mieux avoir recours à une autre méthode. Après avoir fait réagir l'iodure éthy-

lique en excès sur l'arseniure de sodium, on traite par l'éther qui dissout les deux radicaux arseniés et l'excès d'iodure éthylique, puis on ajoute de l'alcool absolu et l'on extrait l'éther par distillation. Si l'on verse ensuite de l'eau dans la dissolution alcoolique, on en précipite l'arsenbiéthyle tandis que l'iodure d'arsenéthilium, formé par l'action de l'iodure éthylique sur l'arsentriéthyle, demeure dissous.

Nous nous bornons à cette indication générale de la méthode de préparation de ces radicaux, renvoyant les lecteurs au mémoire de l'auteur pour tous les détails des opérations qui sont très-longues et délicates. Exposons maintenant succinctement les propriétés de ces radicaux.

Arsenbiéthyle ou *cacodyle éthylique.* C'est un liquide faiblement jaunâtre, fortement réfringent, d'une odeur alliacée extrêmement désagréable et pénétrante. Il est insoluble dans l'eau, au fond de laquelle il tombe, mais facilement soluble dans l'alcool et l'éther. Son point d'ébullition est compris entre 185 et 190 degrés.

Il est aussi oxydable que le cacodyle, le stibio-éthyle, etc., et s'enflamme spontanément au contact de l'air, brûlant avec une flamme livide, et une épaisse fumée d'acide arsénieux. Une propriété caractéristique pour ce radical, est de former par une combustion incomplète, ou par l'oxydation au moyen de l'acide azotique étendu un produit secondaire rougeâtre correspondant à l'érythrarsine de Bunsen. Ce produit, d'abord d'un rouge clair, devient ensuite plus foncé, puis se transforme, par la dessication, en une poudre brune qui blanchit à la longue en présence de l'air. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et brûle avec une flamme arsenicale sans laisser de résidu.

L'arsenbiéthyle réduit à l'état métallique les sels d'argent, de mercure et de plusieurs autres métaux. Il se combine directement avec les métalloïdes halogènes, de même avec le soufre. L'acide azotique concentré l'oxyde vivement avec inflammation. L'acide sulfurique concentré est sans action à froid, à chaud il y a dégagement d'acide sulfureux.

Ses combinaisons avec les métalloïdes renferment toutes un équi-

valent de ces corps. Ce sont des liquides d'une odeur excessivement repoussante, et qu'il est même dangereux de respirer trop longtemps.

Arsentriéthyle. Liquide incolore, très-réfringent, très-mobile, d'une odeur désagréable analogue à celle de l'hydrogène arseniqué. Sa densité est de 1,151 à 16°,7; celle de sa vapeur est de 5,278, en sorte que la formule As $(C^4 H^5)^3$ correspond à quatre volumes. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Il entre en ébullition vers 140°, mais son point d'ébullition s'élève insensiblement jusque vers 180°; il se forme en même temps un léger dépôt d'arsenic. Il s'altère donc un peu par la distillation, mais d'une manière très-peu sensible.

Au contact de l'air il fume et s'échauffe en s'oxydant; cependant il s'enflamme rarement spontanément si on ne le chauffe pas. L'acide azotique concentré l'oxyde violemment avec flamme et explosion. Un acide d'une densité de 1,42 le dissout peu à peu avec dégagement de bioxyde d'azote, en produisant l'azotate d'oxyde d'arsentriéthyle. Il ne se forme dans ces oxydations aucun produit correspondant à l'érythrarsine. Il se mêle avec l'acide sulfurique concentré, et le réduit, à l'aide de la chaleur, en acide sulfureux. Il ne réduit pas les sels d'argent.

Ses combinaisons correspondent tout à fait à celles du stibioéthyle; elles renferment, en effet, deux équivalents de chlore, de brome, d'iode, de soufre. Le composé oxygéné As $(C^4 H^5)^3, O^2$ neutralise deux équivalents d'acide.

L'oxyde est un liquide jaunâtre, que l'eau précipite de sa dissolution alcoolique; il se dissout bien dans l'acide azotique étendu, mais non dans l'acide sulfurique ou dans l'acide chlorhydrique étendu. Il se suroxyde au contact de l'air en se transformant en un composé solide, à réaction acide, dont l'auteur n'a pas encore pu déterminer exactement la composition.

Le sulfure se produit par la combinaison directe du soufre avec le radical en dissolution éthérée. Il se dépose par l'évaporation en cristaux prismatiques jaunes. Il est assez soluble dans l'alcool, dans l'eau chaude et dans l'éther bouillant, mais presque insoluble

dans l'éther froid. Sa saveur est amère, l'odeur nulle. C'est un composé très-stable, inaltérable à l'air, sur lequel les dissolutions alcalines et les acides étendus sont sans action.

L'iodure se sépare sous la forme d'un précipité floconneux, d'un jaune de soufre par l'addition d'iode à une dissolution éthérée du radical. Il est fort peu stable, et perd bientôt de l'iode, qui le colore en brun; cependant l'acide chlorhydrique le dissout à l'aide de la chaleur sans le décomposer, l'iodure se dépose par le refroidissement. Sa dissolution aqueuse forme un précipité d'iodure dans les sels d'argent et de plomb.

Le chlorure n'a pas encore été obtenu. Si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique concentré à une dissolution alcoolique d'oxyde d'arsentriéthyle, puis que l'on y verse de l'eau, l'oxyde se précipite sans altération. Cependant la liqueur prend une odeur insupportable, qui irrite vivement les yeux, et qui semble indiquer la formation de quelques traces de chlorure.

L'azotate est un sel cristallisable, mais déliquescent.

Arsenéthylium. Nous avons vu que l'iodure de ce radical se forme par l'action de l'iodure éthylique sur l'arsentriéthyle. Le radical lui-même n'a pas été isolé. Ses combinaisons correspondent exactement à celles du stibiométhylium, et par conséquent à celles du potassium ou de l'ammonium. Ainsi, il forme des sels cristallisables en se combinant à un équivalent de chlore, de brome ou d'iode.

Avec un équivalent d'oxygène, il produit une base puissante, comparable à la potasse, susceptible de former des sels neutres et des sels acides. Ces sels sont remarquables par leur tendance à cristalliser et par leur stabilité; ils sont inodores, ne s'altèrent point à l'air; se dissolvent facilement dans l'eau. Leur saveur est amère; ils ne paraissent pas être vénéneux. Tous ces caractères les distinguent complétement des composés formés par les deux autres radicaux.

L'iodure cristallise en longues aiguilles incolores, solubles dans l'alcool et dans l'eau, insolubles dans l'éther. L'acide azotique et

l'acide sulfurique le décomposent en mettant de l'iode en liberté; avec le dernier acide il se forme en même temps de l'acide iodhydrique et de l'acide sulfureux.

La dissolution aqueuse de cet iodure, traitée par l'oxyde d'argent, produit de l'iodure d'argent et l'oxyde arsenéthylique demeure dissous. Cette dissolution, évaporée à siccité laisse une masse blanche, fortement alcaline, qui absorbe rapidement l'eau et l'acide carbonique de l'air. Cet oxyde chasse l'ammoniaque de ses sels, même à froid; il précipite de leurs dissolutions salines les terres et les oxydes des métaux lourds.

L'oxyde dissous dans l'acide chlorhydrique laisse, par évaporation, un chlorure cristallisé renfermant huit équivalents d'eau de cristallisation. On ne peut chasser toute l'eau sans faire éprouver au chlorure lui-même une décomposition.

Le bisulfate renferme un équivalent d'eau comme celui de potasse. Il forme des cristaux grenus, solubles dans l'alcool et dans l'eau, fort peu solubles dans l'éther.

---

55. — DES FEUILLES DU CAFÉIER COMME SUCCÉDANÉ DU THÉ ET DU CAFÉ, par J. STENHOUSE. (*Ann. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXIX, 244.)

M. Stenhouse a examiné les feuilles séchées du caféier qui servent à Sumatra à préparer une espèce de thé. L'échantillon qu'il avait reçu de ce pays était d'une couleur brun foncé; il renfermaït, outre les feuilles, des fragments de pétioles, et avait une odeur empyreumatique due à une torréfaction un peu forte. Il ressemblait à cet égard au thé du Paraguay, qui est composé de feuilles et de rameaux de *Ilex paraguayensis* soumis au même traitement.

La décoction des feuilles du caféier est d'un brun foncé, et a une grande analogie d'odeur et de goût avec un mélange de thé et de café. Mélangée avec du sucre et du lait, elle fournit une boisson

très-tolérable. Or, comme les feuilles torréfiées du caféier peuvent être introduites en Europe en raison de 20 centimes la livre, elles fourniront aux classes pauvres une boisson plus économique que le thé et le café. M. Stenhouse croit que, si ces feuilles n'étaient pas séchées à une température aussi élevée, le goût de l'infusion serait beaucoup plus agréable.

Les feuilles du caféier renferment les deux éléments caractéristiques des grains de café, savoir la théine ou caféine et l'acide caféique. En cela, elles diffèrent essentiellement de la chicorée et d'autres racines grillées de différentes espèces, qui sont les succédanés ordinaires du café, mais qui ne renferment pas trace de ces principes. Soumises à l'analyse, d'après les mêmes procédés que l'on suit pour le thé et le café, les feuilles du caféier ont fourni entre 1,15 et 1,25 p. 100 de théine, et entre 2,12 et 2,17 p. 100 de nitrogène. Le café renferme 0,8 à 1 p. 100 de théine. Le thé en renferme 2 à 2 $^1/_2$ pour 100, et le thé du Paraguay 1,1 à 1,23 pour 100.

Les feuilles renferment, par conséquent, un peu plus de théine que les grains de café et un peu moins que le thé du Paraguay; mais il est probable que, moins torréfiées, elles fourniraient 1,50 p. 100 de théine.

Quant à l'acide caféique qui se trouve aussi en plus grande proportion dans les feuilles que dans les grains de café, M. Stenhouse a démontré qu'il n'est point un acide tannique, n'étant pas précipité par la gélatine, mais qu'il se rapproche plutôt de l'acide chinique.

Pour se rendre compte de la valeur relative des feuilles du caféier et des grains de café comme matières à préparer une boisson, M. Stenhouse a déterminé la quantité de substances solubles qu'elles cèdent à l'eau bouillante.

Epuisés par la même quantité d'eau bouillante les grains de café ont abandonné 29,1 p. 100 de matières solubles et les feuilles 38,8 pour 100.

Ces dernières renferment par conséquent près de 10 p. 100 de

substances solubles dans l'eau bouillante de plus que les grains de café et seraient à ce point de vue d'un usage plus avantageux. D'un autre côté, les feuilles renferment un peu de tannin, et à peine des traces de sucre et de graisse, tandis que les grains contiennent environ 12 pour 100 de graisse et 8 pour 100 de sucre.

En résumé, les feuilles du caféier pourront devenir un succédané avantageux et agréable du thé et du café, surtout si, par la torréfaction à une température trop élevée, on ne développe pas d'une manière exagérée les produits empyreumatiques, et le goût de l'infusion se rapprocherait plus de celui du thé que de celui du café.

BOTANIQUE.

56. — **De Vriese et Harting; Monographie des Marattiacées**, in-folio, 60 pages et 9 pl. Leyde et Dusseldorff, 1852.

L'origine de ce travail paraît remonter à l'introduction, de 1841 à 1845, dans les jardins botaniques de Hollande, de très-beaux pieds d'Angiopteris de Java. Depuis ce temps M. de Vriese, directeur du Jardin de Leyde, n'a négligé aucune occasion d'étudier ces fougères de grande taille, et il n'a pas reculé devant les voyages à Paris, à Londres et ailleurs, qui sont nécessaires pour établir une bonne synonymie. L'ouvrage dont nous parlons dans ce moment en est le résultat. La partie descriptive est de M. de Vriese. La partie relative à la structure anatomique et au développement des organes, est de M. Harting, professeur à Utrecht.

Le nombre des espèces est maintenant de 94, pour l'ensemble du groupe. Il y a huit genres, dont les principaux sont connus sous les noms de Angiopteris, Marattia et Kaulfussia. Cette partie de botanique purement descriptive n'est guère susceptible d'analyse, aussi, sans vouloir diminuer en rien son importance, donnerons-nous plus de détails sur la portion anatomique.

On sait que le tronc des fougères est composé de deux parties, contenues l'une dans l'autre. L'extérieure se compose des bases des *frondes*, ou organes foliacés, qui persistent, et présentent à leur surface les grandes aréoles caractéristiques de la famille. La partie intérieure est de forme ellipsoïde; elle se compose de faisceaux vasculaires anastomosés et de tissu cellulaire lâche. Les faisceaux passent d'un côté dans les frondes et dans les racines, lesquelles sont toutes adventives, et aboutissent de l'autre côté à une couche importante de tissu, par laquelle a lieu tout l'accroissement de la plante. Cette couche située au sommet, donne naissance au bouton terminal, et mérite par ses fonctions d'être désignée comme couche génératrice. Elle est d'une teinte légèrement verdâtre, tandis que le tissu inférieur est rosé.

M. Harting distingue dans la couche génératrice diverses portions, suivant que les tissus ont atteint un développement plus ou moins avancé. Dans la portion inférieure et extérieure, dit-il, l'on rencontre déjà tous les éléments qui constituent les tissus de l'axe. Ces parties élémentaires sont encore loin d'avoir atteint leur grandeur complète, et de plus elles continuent encore à se multiplier. Ceci les distingue des parties composant les tissus, qui se trouvent déjà hors des limites de la région génératrice, où l'agrandissement des organes élémentaires continue encore pendant un certain laps de temps, mais où leur multiplication a complétement cessé.

En examinant la partie supérieure et intérieure de la région génératrice, on arrive à un point qu'on pourrait nommer son *centre*, où il n'existe encore aucune trace de tissus différents, mais qui est uniquement composé de cellules d'une petitesse extrême, formant un tissu très-serré, sans trace de méats intercellulaires, toutes ayant une forme polyédrique, contenant chacune un noyau, et un suc trouble et visqueux, se colorant en jaune par l'acide nitrique, ce qui indique la présence de la protéine, comme partout ailleurs dans les cellules très-jeunes. Ce sont là les cellules primitives, qui plus tard donneront naissance à tous les tissus différents.

Le développement d'une des *frondes* est celui-ci. Ce qui commence l'organe est la partie inférieure, destinée plus tard à persister, unie au tronc. M. Harting la désigne sous le nom de *pérule.* Elle prend une forme de capuchon un peu enroulé en crosse; puis les parties foliacées se forment dans les replis de l'extrémité, et sont eux-mêmes, comme on sait, enroulées en crosse. La pérule est assez charnue dans sa jeunesse. Elle présente à sa surface extérieure une couche de tissu cellulaire, qui se dessèche et tombe presque complétement, mais qui laisse des traces sous forme de taches allongées. M. Harting donne à ces taches le nom de lenticelles; mal à propos ce nous semble, car la ressemblance avec les lenticelles des branches de dicotylédones est plus apparente que réelle. On pourrait comparer les taches dont il s'agit, plutôt à celles de certaines agarics (A. muscarius, etc.), qui doivent aussi leur origine à une enveloppe détruite. Le déroulement des frondes, comme le redressement de la pérule, tient à l'addition de nouvelles cellules dans la partie intérieure de la crosse et à l'accroissement de longueur de ces mêmes cellules.

M. Harting a étudié avec soin la structure et le développement des racines de fougères. Il constate que l'endroit où toutes les nouvelles cellules de la racine naissent et se multiplient, en subissant une série de métamorphoses pour passer à l'état de vaisseaux, etc., est situé à environ *un demi-millimètre de l'extrémité*. C'est le même mode de croissance que dans les phanérogames ordinaires, et à cette occasion nous félicitons M. Harting de n'avoir donné dans cette espèce de pédanterie, qui consiste à critiquer les anciens auteurs et à les taxer de commettre une grosse faute, parce qu'ils ont cru que les racines croissent par leurs extrémités. Quand on parle d'un organe de plusieurs, pouces de longueur un accroissement qui a lieu presque tout entier à un demi-millimètre, soit un quart de ligne, de l'extrémité, n'est pas bien loin de celle-ci. Dans le langage ordinaire on l'appellerait encore l'extrémité, et au point de vue physiologique, dans les applications à la culture, la différence est complétement nulle.

---

57. — STEUDEL; SYNOPSIS PLANTARUM GLUMACEARUM, in-8°, fasc. 1 et 2. Stuttgard, 1854.

La vaste famille des graminées avait le plus grand besoin d'une révision qui pût remplacer le travail de Kunth, si inférieur, de l'aveu de tout le monde, aux ouvrages précédents de cet habile botaniste. M. Steudel s'en est occupé avec persévérance depuis plus de dix années. Il paraît, d'après le titre, que son *Synopsis* comprendra les cypéracées et les joncées, mais nous ne voyons pas d'indication précise à cet égard. On annonce seulement qu'il aura onze fascicules.

Le but principal de l'auteur est d'énumérer toutes les espèces connues, mais il ajoute aussi des nouveautés provenant de diverses collections. Nous avons compté dans ces deux fascicules douze genres nouveaux et bon nombre d'espèces nouvelles, recueillies par Drummond, d'Urville, Sieber, Gardner, etc. L'auteur, avec toute l'exactitude dont il a fait preuve dans son *Nomenclator*, indique les numéros des collections, lorsqu'il en existe, mais nous voyons avec regret qu'il ne cite pas les herbiers dans lesquels il a vu certaines espèces nouvelles qui ne portent pas de numéros de voyageur. Ainsi, quand on voudra étudier une des espèces indiquées: ***Franko in Oaxaca***, ou ***Jardin in Guineâ***, ***Leprieur in Senegaliâ***, ***Urville herb.***, etc., il sera impossible de savoir si l'échantillon authentique est en Allemagne, chez M. Steudel, ou à Paris dans l'herbier du Museum, ou ailleurs. En général, les localités sont indiquées d'une manière par trop abrégée. Ainsi, on voit souvent *Nouvelle-Hollande*, sans distinction des côtes orientale et occidentale, dont la végétation est cependant très-différente. Les synonymes sont peu nombreux. Evidemment l'auteur a visé à une abbréviation aussi grande que possible. Chaque espèce est réduite à une phrase, sur un plan uniforme, en quoi l'ouvrage se rapproche plus de notre *Prodromus* que du *Synopsis* de Kunth. Nous y voyons une preuve, non-seulement de méthode, mais de travail, soit sur les livres, soit sur les plantes, car nous savons, par expérience, qu'il n'est pas possible de refondre les phrases des espèces publiées, sans regarder

les plantes et sans étudier les textes de très-près. Ainsi nous considérons l'ouvrage de M. Steudel comme fait en conscience, comme très-utile, et nous nous empressons de le recommander aux botanistes.

---

58. — NOTE SUR UNE NOUVELLE COMÈTE, par M. LAUGIER. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* séance du 3 avril 1854.)

Cette belle comète, visible après le coucher du soleil, a paru sur l'horizon de Paris vers le 29 mars ; elle a été observée le 31 mars, le 1er et le 2 avril par MM. Laugier, Charles Mathieu et Ernest Liouville à l'aide d'un équatorial de M. Brunner, placé dans un jardin dépendant de l'établissement de ce célèbre artiste. Sur ces trois positions, M. Laugier a calculé les éléments paraboliques suivants :

Passage au périhélie, mars 1854.	23,98674 temps m. Paris.
Distance périhélie.............	0,276732
Longitude du périhélie.........	214°44′,16″
Longitude du nœud	316 14 , 3
Inclinaison	83 20 ,59
Mouvement rétrograde.	

M. Laugier ajoute qu'il a reçu de M. Alfred de Menciaux, qui habite le châteaux d'Overton, dans le Lot-et-Garonne, une lettre, en date du 23 mars, par laquelle il lui faisait savoir « qu'il avait « aperçu, le 23 mars à 4 heures du matin, à l'est, une magnifique « comète semblable, à s'y méprendre, à celle de l'an dernier. »

Les éléments paraboliques précédents donnent, pour le 23 mars à 4 heures du matin, une position qui satisfait parfaitement aux apparences rapportées dans la lettre de M. de Menciaux, et il n'est pas douteux que la comète qu'il a aperçue alors est celle qu'on observe maintenant.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1854.

Le 1er, belle lumière zodiacale.
» 2, lumière zodiacale, faible à cause de la lune.
» 8, de 6 h. 45 m. à 7 h. 45 m., couronne et halo autour de la lune.
» 9, couronne brillante et faible halo autour de la lune.
» 20, belle lumière zodiacale.
» 24, lumière zodiacale.
» 25, de 2 h. 45 m. à 5 h. 15 m., faible halo solaire accompagné de parhélies; à plusieurs reprises, les parhélies ont été très-beaux et en général mieux marqués que le halo; lumière zodiacale.
» 26, à 4 h., faible halo solaire.
» 27, halo solaire à plusieurs reprises, depuis midi jusqu'à 3 h. 30 m.
» 29, tremblement de terre; d'après des observations très-précises faites par une personne habitant un étage élevé d'une maison située dans le haut de la ville, les secousses, au nombre de 3 à 4, ont commencé à 8 h. 23 m. 40 s. du matin; leur direction paraissait être celle du S. au N.
» 31, gelée blanche.

NB. L'observation de la gelée blanche du 31 est citée parce que le thermomètre à minimum ne s'est pas abaissé à 0°; il y a eu de la gelée blanche tous les autres jours de ce mois où la température est descendue au-dessous de 0 pendant la nuit.

Température du Rhône:

1re décade,	+ 5°,43
2me »	+ 7°,60
3me »	+ 7°,04
Mois	+ 6°,65

Minimum, le 3 + 4°,1. Maximum, le 17 + 8°,4.

GENÈVE. — Mars 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les	VENT	Clarté moy. du	Limnimètre à midi.
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	24 h	dominant.	Ciel.	
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm.			pouces
1	740,02	739,70	738,05	738,80	− 4,4	+ 5,0	+ 5,9	+ 3,5	− 4,8	+ 6,7	0,94	0,57	0,58	0,50	»	NNE. 3	0,24	22,0
2	740,55	740,61	739,36	739,77	− 0,6	+ 2,0	+ 3,4	+ 0,1	− 2,4	+ 3,7	0,99	0,79	0,57	0,87	»	N. 1	0,06	19,0
3	740,55	739,96	738,62	738,86	− 2,3	+ 2,2	+ 3,7	+ 1,4	− 4,7	+ 4,0	0,96	0,63	0,47	0,78	»	N. 1	0,04	20,0
4	738,71	738,65	738,27	739,63	− 2,2	+ 2,5	+ 4,2	+ 2,5	− 4,9	+ 4,5	0,94	0,60	0,57	0,63	»	N. 1	0,12	20,0
5	741,95	742,71	741,08	741,56	− 1,2	+ 4,4	+ 5,2	+ 2,2	− 5,1	+ 6,0	0,94	0,62	0,67	0,80	»	N. 1	0,26	20,5
6	741,34	740,38	738,35	738,30	− 2,8	+ 4,0	+ 6,7	+ 3,5	− 4,8	+ 7,4	0,98	0,68	0,57	0,73	»	N. 1	0,11	21,0
7	738,21	737,82	736,63	737,70	− 1,0	+ 6,0	+ 8,8	+ 3,5	− 4,4	+ 9,8	0,94	0,50	0,41	0,76	»	N. 1	0,07	21,0
8	740,00	740,13	738,81	739,85	+ 0,1	+ 6,9	+ 9,8	+ 5,1	− 3,7	+10,9	0,86	0,49	0,43	0,81	»	N. 1	0,40	20,5
9	740,18	739,15	737,50	737,59	− 0,2	+ 7,6	+ 8,0	+ 5,5	− 2,6	+10,2	0,95	0,55	0,60	0,81	»	N. 1	0,62	21,0
10	736,27	735,29	735,51	734,41	+ 0,8	+ 9,7	+15,3	+ 6,4	− 1,7	+15,9	0,89	0,47	0,40	0,80	»	N. 1	0,13	21,0
11	734,99	733,88	731,87	731,98	+ 1,5	+ 8,6	+11,0	+ 7,3	− 0,7	+11,6	0,90	0,62	0,58	0,64	»	N. 1	0,20	21,0
12	730,64	729,65	727,99	728,21	+ 2,4	+ 9,4	+11,2	+ 7,4	− 1,2	+11,2	0,91	0,57	0,68	0,67	»	N. 1	0,00	21,0
13	729,86	729,29	728,38	728,74	+ 2,5	+10,0	+11,8	+ 7,5	− 0,1	+12,6	0,90	0,63	0,55	0,72	»	N. 1	0,28	21,0
14	729,65	728,82	728,22	729,39	+ 2,9	+ 9,2	+ 9,3	+ 7,1	− 0,8	+10,7	0,92	0,73	0,73	0,80	»	N. 1	0,24	21,0
15	732,71	731,45	731,94	732,90	+ 5,5	+13,3	+10,9	+10,0	+ 2,1	+14,0	0,95	0,52	0,68	0,67	»	N. 1	0,84	20,5
16	752,06	731,87	730,96	731,44	+ 7,9	+10,2	+11,2	+ 8,8	+ 5,9	+11,9	0,79	0,65	0,48	0,67	»	N. 1	0,81	21,0
17	730,01	729,12	728,20	728,56	+ 8,0	+ 9,8	+ 7,8	+ 5,9	+ 4,5	+10,7	0,78	0,60	0,76	0,79	0,4	N. 1	0,91	21,0
18	727,36	727,40	727,06	727,39	+ 4,1	+ 6,4	+ 6,1	+ 4,6	+ 3,6	+ 8,1	0,96	0,55	0,58	0,60	0,9	N. 1	0,91	22,0
19	727,07	726,65	725,86	726,87	+ 2,7	+ 6,3	+ 7,1	+ 4,1	− 1,3	+ 7,7	0,84	0,48	0,58	0,61	»	NNE. 1	0,43	22,0
20	728,19	727,87	726,51	727,55	+ 2,1	+ 5,6	+ 8,0	+ 5,8	− 1,1	+ 8,3	0,75	0,59	0,58	0,63	»	N. 1	0,21	22,0
21	728,87	726,88	725,08	726,31	+ 1,2	+10,5	+ 9,8	+ 4,0	− 2,7	+12,6	0,75	0,45	0,26	0,46	»	N. 1	0,12	22,5
22	726,88	727,69	728,15	730,28	+ 0,8	+ 3,6	+ 4,6	+ 2,0	+ 0,2	+ 5,0	0,75	0,66	0,42	0,52	»	NNE. 3	0,12	23,0
23	731,02	729,17	727,53	728,09	+ 0,7	+ 5,8	+ 9,1	+ 6,0	− 2,4	+ 9,3	0,68	0,41	0,56	0,53	»	N. 1	0,06	23,0
24	727,80	726,58	725,00	726,13	+ 3,4	+10,3	+11,8	+ 8,2	+ 0,3	+13,0	0,70	0,32	0,25	0,33	»	N. 2	0,00	24,0
25	728,65	727,78	725,97	726,47	+ 3,0	+ 7,4	+11,5	+ 5,5	− 2,3	+12,9	0,74	0,44	0,40	0,61	»	N. 1	0,09	24,0
26	726,99	726,03	725,77	728,09	+ 5,2	+11,5	+ 9,5	+ 6,0	+ 1,7	+12,4	0,60	0,55	0,39	0,60	»	S. 2	0,61	24,0
27	729,84	729,42	728,33	730,01	+ 4,6	+ 8,8	+ 9,7	+ 6,6	+ 2,5	+10,2	0,78	0,51	0,43	0,64	0,1	N. 1	0,57	24,0
28	732,98	733,18	732,37	733,84	+ 3,0	+ 7,8	+11,3	+ 6,8	− 1,6	+11,8	0,82	0,69	0,35	0,55	»	NNE. 4	0,06	24,0
29	734,17	733,54	732,42	733,77	+ 7,3	+10,1	+12,1	+ 8,6	+ 3,5	+12,3	0,55	0,45	0,38	0,58	»	NNE. 2	0,28	24,0
30	732,89	731,54	731,47	732,47	+ 7,4	+11,8	+12,4	+ 8,4	+ 3,6	+13,1	0,69	0,52	0,52	0,76	»	N. 2	0,79	24,0
31	734,17	733,65	732,87	734,69	+ 7,5	+12,3	+12,7	+ 9,5	+ 1,8	+15,2	0,79	0,54	0,48	0,52	»	N. 2	0,09	24,0

Moyennes du mois de Mars 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	739,46	739,78	739,90	739,44	738,36	738,02	738,32	738,65	738,81
2e »	730,06	730,25	730,27	729,60	728,89	728,70	728,96	729,28	729,46
3e »	730,21	730,39	730,26	729,59	728,91	728,63	729,19	730,01	730,28
Mois...	733,15	733,37	733,37	732,77	732,02	731,68	732,06	732,56	732,77
				Température.					
1re décade,	− 3°,10	− 1°,38	+ 3°,28	+ 5°,03	+ 6°,89	+ 7°,10	+ 5°,30	+ 3°,35	+ 1°,28
2e »	+ 1,65	+ 3,96	+ 7,17	+ 8,88	+ 9,65	+ 9,44	+ 8,24	+ 6,85	+ 5,32
3e »	+ 1,09	+ 3,99	+ 6,54	+ 9,08	+10,27	+10,41	+ 8,55	+ 6,49	+ 5,45
Mois...	− 0,08	+ 2,25	+ 5,69	+ 7,71	+ 8,98	+ 9,03	+ 7,40	+ 5,59	+ 4,07
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	3,58	3,96	4,02	3,83	3,88	3,94	4,16	4,40	4,19
2e »	4,92	4,33	5,44	5,09	4,86	5,48	5,23	4,15	5,04
3e »	3,74	4,39	4,49	4,17	3,79	3,66	4,10	4,06	4,14
Mois....	4,07	4,23	4,64	4,36	4,16	4,34	4,49	4,52	4,45
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,98	0,94	0,69	0,59	0,52	0,53	0,62	0,75	0,85
2e »	0,94	0,87	0,71	0,59	0,54	0,62	0,64	0,68	0,75
3e »	0,81	0,71	0,62	0,49	0,40	0,38	0,49	0,55	0,62
Mois . .	0,91	0,84	0,67	0,55	0,49	0,51	0,58	0,66	0,73

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	− 3,71	+ 7,91	0,21	0,0	20,6
2e »	+ 1,09	+10,68	0,48	1,3	21,2
3e »	+ 0,42	+11,62	0,25	0,1	23,6
Mois....	− 0,70	+10,12	0,31	1,4	21,9

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 3,46 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 3°,4 E. et son intensité est égale à 65 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE MARS 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Mars: 95mm, répartie comme suit :

	mm
le 16	40
le 17	25
le 21	20
le 22	10

Le 29, à 8 h. 15 m. du matin, on a senti à l'Hospice une légère secousse de tremblement de terre ; sa direction paraissait être de l'Ouest à l'Est.

SAINT-BERNARD. — Mars 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4 h.s.	8 h.s.	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	571,81	571,73	571,22	571,08	− 5,7	− 3,6	− 4,5	− 5,8	− 8,2		68	63	62	63	»	NE. 2	0,14
2	571,19	571,32	570,57	571,19	− 9,5	− 6,7	− 5,2	−10,0	−11,1		86	82	77	84	»	SO. 1	0,12
3	571,36	571,46	571,13	570,79	− 8,6	− 5,7	− 5,4	− 7,5	−11,9		85	81	82	76	»	SO. 2	0,10
4	569,76	570,51	570,92	571,55	− 5,3	− 2,5	− 3,3	− 6,5	−10,0		61	73	73	84	»	variab.	0,00
5	573,37	574,37	574,34	574,66	− 4,5	− 2,9	− 3,3	− 5,4	− 8,0		86	61	62	65	»	NE. 1	0,10
6	573,90	573,74	572,78	572,66	− 4,7	− 3,2	− 3 6	− 4,5	− 6,5		57	63	63	57	»	NE. 2	0,04
7	571,45	571,57	571,38	571,87	− 3,2	− 1,2	− 4,0	− 6,4	− 7,8		59	60	55	56	»	NE. 1	0,00
8	572,26	572,88	572,83	573,01	− 5,7	− 4,0	− 5,0	− 5,6	− 8,5		60	54	55	59	»	NE. 2	0,07
9	573,10	573,00	572,44	572,48	− 3,9	− 1,3	− 1,6	− 2,5	− 8,0		52	59	59	64	»	NE. 2	0,30
10	571,55	571,68	571,03	571,49	+ 0,5	+ 5,5	+ 1,6	− 1,3	− 3,0		64	65	54	62	»	NE. 1	0,00
11	570,49	570,24	569,38	569,50	− 1,0	+ 1 5	+ 0,5	− 1,8	− 5,4		65	53	54	55	»	NE. 1	0,00
12	567,60	567,17	566,22	566,16	− 0,2	+ 2,4	+ 2,2	− 1,8	− 3,5		83	70	72	73	»	SO. 1	0,00
13	566,38	566,81	566,48	566,84	− 2,5	+ 0,5	− 0,2	− 3,5	− 5,0		83	74	75	74	»	SO. 1	0,11
14	566,86	566,69	566,84	567,30	− 3,2	+ 0,8	+ 0,3	− 3,2	− 6,0		83	74	67	65	»	NE. 1	0,02
15	567,77	567,80	568,14	568,03	− 4,8	− 3,5	− 3,5	− 4,7	− 7,0		74	73	68	74	»	NE. 2	0,78
16	566,38	565,80	565,67	565,07	− 5,4	− 3,2	− 5,5	− 7,0	− 7,8		79	75	75	78	3.2	NE. 2	0,91
17	563,25	562,72	561,19	561,37	− 7,7	− 6 4	− 6,6	− 8,1	− 8,5		83	78	80	80	2,0	NE. 2	0,98
18	559,58	559,46	559,27	559,66	−10,0	− 8,6	−10,5	−12,3	−12,9		80	74	69	72	»	NE. 3	0,89
19	559,47	560,08	560,20	560,87	−11,2	− 8,0	−10,0	−11,3	−15,6		72	54	58	65	»	NE. 1	0,39
20	561,26	561,67	561,57	562,28	−10,5	− 7,8	− 6,9	− 9,1	−13,0		72	65	62	66	»	NE. 1	0,42
21	561,69	560,63	559,20	558,89	− 7,2	− 7,5	− 8,8	−11,5	−12,3		72	68	66	73	1,7	NE. 2	0,56
22	558,44	559,85	560,87	562,14	− 9,8	− 9,9	−10,8	−12,4	−16,0		69	65	55	63	0,8	NE. 2	0,28
23	563,76	563,88	563,64	563,84	− 5,5	− 0,9	− 3,2	− 5,4	−10,0		65	59	61	65	»	NE. 2	0,00
24	562,51	562,28	561,99	562,28	− 7,0	− 5,3	− 4,0	− 7,7	− 9,0		69	57	57	68	»	NE. 2	0,02
25	562,69	562,70	562,50	562,88	− 6,0	− 3,3	− 3,9	− 4,5	− 9,7		64	59	63	62	»	NE. 2	0,01
26	562,10	561,65	561,13	561,41	− 4,0	− 1,8	− 3,9	− 8,5	− 8,5		60	62	62	70	»	NE. 2	0,43
27	562,25	563,32	563,22	564,23	−10,3	− 6,8	− 7,4	− 9,3	−11,3		77	63	62	71	»	NE. 2	0,41
28	565,53	566,19	566,27	566,84	− 9,0	− 5,8	− 6,4	− 8,5	−10,7		73	65	65	74	»	NE. 2	0,49
29	567,03	567,69	567,83	568,34	− 7,5	− 4,3	− 5,2	− 6,0	−11,0		72	66	70	76	»	NE. 2	0,44
30	567,37	567,34	567,57	567,98	− 6,2	− 2,0	− 3,5	− 4,0	− 8,2		78	73	69	76	»	NE. 2	0,83
31	568,30	568,76	569,07	569,83	− 5,3	− 2,4	0,0	− 4,3	− 7,4		82	74	63	76	»	NE. 2	0,38

Moyennes du mois de Mars 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	571,67	571,98	572,20	572,23	571,96	571,86	571,98	572,08	572,16
2e »	564,88	564,90	564,99	564,84	564,54	564,53	564,65	564,74	564,77
3e »	563,41	563,79	564,07	564,03	563,88	563,94	564,12	564,42	564,52
Mois . . .	566,55	566,79	566,99	566,93	566,70	566,68	566,83	566,90	567,07

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 6,76	− 5,06	− 3,68	− 2,56	− 2,83	− 3,43	− 5,26	− 5,55	− 5,84
2e »	− 7,16	− 5,65	− 4,21	− 3,23	− 3,27	− 4,02	− 5,70	− 6,28	− 6,50
3e »	− 8,60	− 7,07	− 5,81	− 4,55	− 4,25	− 5,19	− 6,78	− 7,46	− 7,52
Mois. . .	− 7,54	− 5,96	− 4,61	− 3 48	− 3,47	− 4,25	− 5,94	− 6,46	− 6,65

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	67,7	67,8	66,5	66,1	64,0	64,2	66,8	67,0	66,5
2e »	76,6	77,4	72,8	69,0	66,6	68,0	68,5	70,2	72,7
3e »	70,0	71,0	68,5	64,6	62,0	63,0	65.7	70,4	69.5
Mois. . .	71,4	72,0	69,3	66,5	64,1	65,0	67,0	69,2	69,6

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	− 8,30	--	0,09	0,0
2e »	− 8,47	--	0,45	5,2
3e »	−10,37	--	0,35	2,5
Mois. . .	− 9,09	--	0 30	7,7

Dans ce mois, l'air a été calme 6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 10,06 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 123 sur 100.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME XXV.

(1853 — Nos 97 à 100.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

Astronomie.

Géographie.

Physique.

Chimie.

Minéralogie et Géologie.

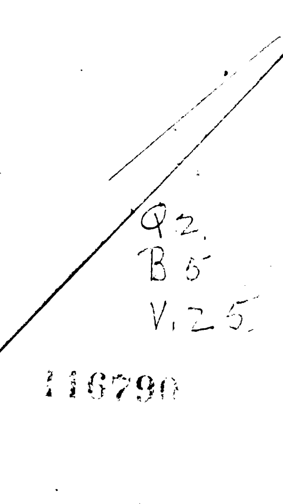
Zoologie et Paléontologie.

Botanique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.




Q2
B5
V.25
116790

